


SIGILLVM · COLLEGII · COLVMBIAE · NOVI · EBORACI
IN LVMINE TVO VIDEBIMVS LVMEN
I·PET·II·V·2

HANDBUCH DER HYGIENE.

II. THEIL.

1. ABTHEILUNG.

1. HÄLFTE.

v. ZIEMSSEN'S HANDBUCH

DER

SPECIELLEN PATHOLOGIE UND THERAPIE.

ERSTER BAND.

Dritte umgearbeitete Auflage.

HANDBUCH DER HYGIENE

UND DER

GEWERBEKRANKHEITEN

BEARBEITET VON

DR. A. BAER IN BERLIN, DR. F. ERISMANN IN MOSKAU, DR. C. FLÜGGE IN GÖTTINGEN, PROF. J. FORSTER IN AMSTERDAM, PROF. A. GEIGEL IN WÜRZBURG, BAUR. L. DEGEN IN REGENSBURG, PROF. A. HILGER IN ERLANGEN, PROF. L. HIRT IN BRESLAU, DR. A. KUNKEL IN WÜRZBURG, DR. G. MERKEL IN NÜRNBERG, PROF. v. PETTENKOFER IN MÜNCHEN, DR. F. RENK IN MÜNCHEN, DR. A. SCHUSTER IN MÜNCHEN, DR. J. SOYKA IN MÜNCHEN UND DR. G. WOLFFHÜGEL IN BERLIN.

HERAUSGEGEBEN

VON

Prof. Dr. **M. v. PETTENKOFER** und Prof. Dr. **H. v. ZIEMSSEN.**

ZWEITER THEIL.

1. ABTHEILUNG.

1. HÄLFTE.

LEIPZIG,

VERLAG VON F. C. W. VOGEL.

1882.

HANDBUCH DER HYGIENE

UND DER

GEWERBEKRANKHEITEN.

ZWEITER THEIL.

SOCIALE HYGIENE.

1. ABTHEILUNG.

GRÖSSERE GEMEINWESEN.

1. HÄLFTE.

ANLAGE VON ORTSCHAFTEN von Dr. C. FLÜGGE.
DIE ENTFERNUNG DER ABFALLSTOFFE von Dr. F. ERISMANN.
BEERDIGUNGSWESEN von Dr. A. SCHUSTER.
MASSENERNÄHRUNG von Prof. J. FORSTER.

LEIPZIG,
VERLAG VON F. C. W. VOGEL.
1882.

ANLAGE VON ORTSCHAFTEN

VON

Dr. C. FLÜGGE IN GÖTTINGEN.

Einleitung.

Statistische Erhebungen, deren Werth und Beweiskraft namentlich dann hervortritt, wenn es sich um Feststellung gesetzmässiger Erscheinungen innerhalb grösserer Menschenmassen handelt, haben bereits mehrfach auf charakteristische locale Differenzen hingewiesen, welche bezüglich der Sterblichkeit der Menschen im Bereiche eines grösseren Ländergebietes auftreten. Solche Differenzen betreffen theils ganze Länder oder Provinzen und erklären sich dann vorzugsweise aus der Verschiedenheit des Klimas; aus der grösseren oder geringeren Fruchtbarkeit des Bodens und der daraus resultirenden grösseren Wohlhabenheit und besseren Ernährung der Bewohner; ferner aus Racenunterschieden und aus Differenzen der Beschäftigung und der industriellen Thätigkeit.

Häufig treten aber noch stärker ausgeprägte Abweichungen in der Mortalitätsziffer zu Tage, wenn innerhalb ein und derselben Provinz, welche überall das gleiche Klima und dieselbe Fruchtbarkeit des Bodens darbietet, verschiedene Gruppen von Menschen zusammengestellt werden. So zeigt sich namentlich oft ein starker Gegensatz bezüglich der Mortalität zwischen den Bewohnern der grösseren Städte und denen der kleineren Ortschaften und Dörfer.

Einige preussische Provinzen zeigen von diesem Gesichtspunkt aus für die Jahre von 1865—1874 resp. 1875 folgende Zahlen:

Von 1000 Lebenden starben pro Jahr:

	Prov. Preussen	Prov. Brandenburg	Prov. Schlesien
1865—1867	33,60	29,75	32,77
1868—1871	32,17	29,08	29,77
1872—1874	31,17	29,31	31,58
	Königsberg	Berlin	Breslau
1865—1867	39,41	32,45	43,31
1868—1871	35,72	32,17	35,10
1872—1875	29,56	31,22	31,47

	Prov. Rheinland	Prov. Schleswig-Holstein
1865—1867	27,98	22,02
1868—1871	29,25	24,37
1872—1874	28,18	22,99
	Köln	Altona
1865—1867	29,69	—
1868—1871	29,48	34,15
1872—1875	28,68	29,90

Statistische Zusammenstellungen mit ähnlichem Resultat und zum Theil mit noch prononcirter hervortretender Zunahme der Mortalität in den Städten gegenüber den ländlichen Bezirken resp. der ganzen Provinz existiren für England, Dänemark und andere Länder. Auch wenn man die Sterblichkeit der einzelnen Altersklassen gesondert in Betracht zieht, oder wenn man nur solche Individuen extrahirt, welche die gleiche Beschäftigung haben, ergibt sich das nämliche Resultat, dass die Mortalität in den grösseren Städten durchschnittlich grösser ist als in kleineren Ortschaften oder im ganzen Lande.[1])

Wenn auch die bisher vorliegenden Zahlen nicht geeignet erscheinen, um unter den immerhin noch möglichen verschiedenen wirksamen Factoren einen einzelnen als Ursache der höheren Mortalität in den Städten zu bezeichnen, so wird man doch nicht fehl gehen, wenn man zunächst und hauptsächlich in dem gedrängten Zusammenhäufen menschlicher Wohnungen und in der Art und Weise der Anlage und Bauart städtischer Häusercomplexe die besonderen hygienischen Nachtheile der Städte sucht; und in dieser Richtung müsste in erster Linie ein Ausgleich und Abhilfe erstrebt werden, um auch innerhalb der Städte eine Mortalitätsziffer zu erzielen, welche die der kleineren Ortschaften nicht wesentlich übertrifft.

Namentlich ist eine intensive Berücksichtigung der hygienischen Interessen bei der Anlage und Erweiterung grösserer Ortschaften erforderlich geworden, seitdem in den letztenJahren eine so rapide Zunahme der in grösseren Städten zusammengedrängten Bevölkerung begonnen hat.

1) v. Fircks, Rückblick auf die Bewegung der Bevölkerung im preuss. Staate v. 1816—1874. Preussische Statistik, Heft XVIII A. Berlin 1879. — Westergaard, Die Lehre von der Mortalität u. Morbilität. Jena 1881. — Vgl. ferner: v. Pettenkofer, Ueber den Werth der Gesundheit für eine Stadt, Populäre Vorträge. Heft 2. Braunschweig, Vieweg. — Richardson, Eine Musterstadt in gesundheitlicher Beziehung. Publ. Health. 3. S. 625. — Katscher, Hygiea, eine ideale Gesundheitsstadt. Wien. med. Pr. XIX. S. 243. — Körösi, Wohnungsverhältnisse und Sterblichkeit in Pest. Ztschr. d. kön. preuss. stat. Bur. 1877, Heft 1. — Junod, Ueber die relative Gesundheit der verschiedenen Gegenden einer Stadt. Dingler's Journ. Bd. 135. S. 466.

In Preussen befanden sich beispielsweise

	in Dörfern u. Einzelgebäuden	in Städten unter 10,000 Einw.	in Städten über 10,000 Einw.
1834	72,7 %	19,8 %	7,5 %
1864	68,9 %	15,8 %	15,3 %
1867	68,7 %	15,0 %	16,3 %
1871	67,5 %	14,9 %	17,6 %

Die Ursachen dieser Concentrirung grösserer Menschenmassen sind unschwer zu erkennen. Die erste Vereinigung einer Anzahl von Wohnhäusern zu einer Ortschaft fällt für alle sesshaften, ackerbautreibenden Völker mit der Epoche zusammen, wo eine ausgesprochene Theilung der Arbeit beginnt, und Gewerbe und Industrie sich ausbilden, um die verschiedensten Bedürfnisse des Menschen zu decken. Das Erwachen der Industrie führt naturgemäss zu einem anfangs local begrenzten, dann immer weitere Dimensionen annehmenden Handel; beide aber bedürfen des Zusammenwirkens einer grösseren Anzahl von Menschen; sie bevorzugen gewisse Lagen und Gegenden, in welche dann ein natürliches Zusammenströmen zahlreicher Arbeitender erfolgt.

In früheren Jahrhunderten existirten jedoch mächtige Schranken, welche das Anwachsen der Städte hemmten: Zunächst erschwerten die Zünfte die freie Entfaltung und beliebige Vermehrung der Gewerbe; sodann war man genöthigt, die Stätten der Arbeit und der Anhäufung von Geld und Gut gegen räuberische Ueberfälle und gegen Kriegszufälle zu schützen; man musste Wälle und Mauern aufführen, die einer raschen Erweiterung der Stadt eine Grenze setzten. Ausserdem aber war es noch die Unzulänglichkeit der Verkehrsmittel und der Betriebsmittel der Industrie, welche eine natürliche Localisirung der einzelnen Gewerbszweige und eine beschränkte Ausdehnung der Production mit sich brachte.

In neuerer Zeit sind die Zunftschranken gebrochen; die Festungswerke beseitigt; statt des Menschen dienen die verschiedensten physikalischen Kräfte als motorische Hilfsmittel; zahlreichste Eisenbahnen und Wasserstrassen ermöglichen fast ohne Grenzen den Austausch der Producte, die Zufuhr der Rohmaterialien, das Herbeischaffen der Consumartikel für die grössten Ansammlungen von Menschen.

Die modernen Städte bieten daher überall das Bild rascher Ausdehnung und Erweiterung. Mehr wie je müssen in Folge dessen die Gefahren wachsen, welche etwa aus dem stärkeren Zusammenhäufen von Menschen hervorgehen und ihren Ausdruck in einer steigenden Mortalität innerhalb der Städte finden können.

Fragt man, welcher Art diese Gefahren sind, die gerade in der

Concentrirung einer grösseren Anzahl von menschlichen Wohnungen wurzeln, so sind in erster Linie die Beschränkung von Luft, Licht und Sonnenwärme, die Verunreinigung der Luft, die Verbreitung inficirender Stoffe zu nennen; zweitens kommen Feuersbrünste und Einstürze, diese aber im Ganzen weniger in sanitärem als vielmehr in wirthschaftlichem Interesse in Betracht; und endlich ist noch die Verkehrsunsicherheit und Verkehrsbehinderung zu erwähnen, die freilich schon in ihren Anfängen so schwere sociale Missstände mit sich bringt, dass stets diese als Motive für eine Remedur herangezogen werden.

Alle die genannten Gefahren sind offenbar in sehr geringem Grade vorhanden, so lange die Häuser noch einigermassen isolirt stehen, wie auf dem platten Lande, in Dörfern und kleinen Städten. Auch hier können vielfache hygienische Schädigungen von den Wohnungen ausgehen; aber dieselben sind bedingt durch fehlerhafte Bebauung des einzelnen Grundstücks und durch unzweckmässige Construction des einzelnen Hauses; während das Zusammenlagern mehrerer Gebäude zu einem weitläufigen Complexe wenig neue Gefahren hinzubringt. Die Bauart der kleineren Ortschaften ist es also nicht, welche unser besonderes Interesse in Anspruch nimmt; denn bei dieser tritt eventuell nur eine Summirung derjenigen Schädlichkeiten ein, welche im Capitel „Wohnung" ausführlich besprochen sind.

Ihre eigentliche Macht entfalten die besonderen, aus Zusammenlagern vieler Wohnungen entstehenden Gefahren vielmehr erst in den grösseren Städten; hier fallen ihnen jährlich zahlreiche Menschen zum Opfer; und für die grösseren Städte wird man vornehmlich auf Mittel sinnen müssen, um diesen besonderen, nur den Städten eigenthümlichen Gefahren zu begegnen.

Die einfachste Therapie besteht nun jedenfalls darin, dass man in der Folge Anlagen neuer Städte und Erweiterungen alter Städte nach solchen Principien vornimmt, dass weder eine Beeinträchtigung der Zufuhr an Licht und Luft, noch eine Verbreitung inficirender Stoffe stattfindet, noch auch Gefahren durch Feuer oder Einsturz entstehen. Ein Umbau alter Quartiere müsste nach denselben Grundsätzen erfolgen. Am bedeutungsvollsten sind indess in unserer Zeit jedenfalls die Erweiterungen vorhandener Städte, und diese bilden das eigentliche Versuchsfeld für die Besserungsmassregeln und das Thema, mit dem wir uns vorzugsweise zu beschäftigen haben.

Die Aufgaben, welche an eine rationelle, auf Durchführung hygienischer Principien basirte Stadterweiterung herantreten, lassen sich etwa folgendermassen zusammenfassen: Entsprechend einer ungefähren Kenntniss der jährlichen Zunahme der Bevölkerung muss

für Neubauten gesorgt und so dem Eintritt einer Wohnungsnoth entgegen gearbeitet werden; das Terrain für die Bauten muss in geeigneter Weise ausgewählt und zu einem hygienisch tadellosen Baugrund hergerichtet sein; genaue Pläne müssen im Voraus Richtung und Breite der Strassen, sowie die Tiefe der Blöcke festlegen; Höhe und Abstand der Häuser, das Verhältniss zwischen bebautem und unbebautem Terrain, die Unterbrechung der Häuserzüge durch öffentliche Plätze, Anlagen und Promenaden müssen in bestimmter Weise geregelt werden.

Es ist klar, dass derartige Aufgaben nicht gelöst werden können, so lange der Einzelne mit unbeschränkter Willkür bauen und mit seinem Grundstück verfahren kann. Eine Beschränkung der individuellen Freiheit durch gesetzliche, vom Staat oder von der Gemeinde erlassene Vorschriften ist daher nothwendige Vorbedingung einer Durchführung richtiger Grundsätze bezüglich der Anlage und Erweiterung von Ortschaften.

Solche baupolizeiliche Vorschriften stossen naturgemäss auf grosse Schwierigkeiten; zähe Anhänglichkeit an alte Gewohnheiten, an überliefertes Herkommen tritt ihnen entgegen; häufig genug finden sie an den socialen Verhältnissen und an dem Vermögensstande der Einwohner eine Schranke.

Dennoch sind die baupolizeilichen, auf hygienischen Principien gegründeten Vorschriften das einzige Mittel, um die Gefahren, welche in dem Anwachsen der grossen Städte beruhen, wirksam zu bekämpfen; und man wird bestrebt sein müssen, alles was vom hygienischen Standpunkt aus wünschenswerth erscheint, in die Form solcher Vorschriften zu kleiden; erst dann wird die praktische Ausführung der als nöthig erkannten Massregeln erfolgen können.

Würden die bisher erlassenen baugesetzlichen Bestimmungen bereits den hygienischen Anforderungen vollauf genügen, so könnte eine Hygiene der Stadterweiterungen sich auf eine Aufzählung und höchstens noch eine Interpretirung dieser bestehenden Verordnungen beschränken. Das ist nun aber durchaus nicht der Fall.

Von Vornherein besteht für die Aufstellung von Bauordnungen darin eine besondere Schwierigkeit, dass Bauten und auch Anlagen von Stadterweiterungen niemals allein nach hygienischen Principien erfolgen können, sondern dass dabei stets eine Concurrenz mannigfaltiger Interessen stattfindet. Die Rücksichten auf den Verkehr und die Verkehrssicherheit, auf Feuersicherheit, auf den ästhetischen Eindruck, fallen hier vorzugsweise ins Gewicht; und es wird darauf ankommen, in jedem Falle genau abzuwägen, ob die hygienische Auf-

gabe ohne Collision mit den anderen Interessen sich lösen lässt, oder ob und in welchem Maasse eine Reduction der von der einen oder anderen Seite gestellten Forderungen eintreten muss.

Bisher sind nun die hygienischen Forderungen so gut wie gar nicht zur Concurrenz zugelassen; fast alle Bauordnungen tragen in durchaus einseitiger Weise nur den Rücksichten des Verkehrs, der Feuersicherheit oder der Einsturzgefahr Rechnung. Vorschriften, die hygienische Interessen vertreten, fehlen — und zwar meistens, weil die Forderungen, welche die Hygiene zu stellen hat, selbst noch bei weitem nicht hinreichend scharf ermittelt sind.

Hier ist daher noch ein weites Feld für Untersuchungen und Vorschläge zu Verbesserungen. Es bedarf neben den bestehenden Bauvorschriften noch einer eingehenden Erwägung, in wie weit bei dem ganzen Process der Stadterweiterungen hygienische Interessen ins Spiel kommen, und diese Erwägungen bilden den wesentlichsten Inhalt des hier zu behandelnden Themas.

Die Reihenfolge, in welcher die Hygiene der Stadterweiterungen einer Erörterung zugänglich ist, wird zweckmässig derart sein müssen, dass zunächst die bis jetzt zu Recht bestehenden Vorschriften der Baugesetze zusammengestellt werden; danach sind die einzelnen Phasen einer Stadterweiterung zu besprechen und darauf zu prüfen, in wie weit hygienische Principien in dieselben eingreifen und eine eventuelle Abänderung oder Erweiterung der bestehenden Bauvorschriften erheischen. In diesem Sinne ist zunächst die Aufstellung des Bauplans zu behandeln; sodann die Herrichtung des Terrains; drittens die Projicirung und Anlage der Strassen; viertens die Herstellung von öffentlichen Anlagen; fünftens endlich die Art der Bebauung der Grundstücke.

Bezüglich der jetzt geltenden Bauordnungen konnte nur eine sehr beschränkte Auswahl getroffen werden. Die gesetzlichen Bestimmungen über Bauten sind theils in landrechtlichen Bestimmungen, theils in besonderen Ministerialerlassen, theils in Verordnungen der Gemeinden enthalten; namentlich für die specielleren Vorschriften gilt fast in jeder grösseren Stadt eine andere Bauordnung, die in manchen Punkten, entsprechend einem local entwickelten Gewohnheitsrecht, durchaus abweichende Bestimmungen enthält. Es konnte daher hier nur ein Paradigma gewählt werden, das einigermassen die fortgeschrittensten Bauordnungen repräsentirt; und zwar wurden die zur Zeit für Preussen geltenden Gesetze und die in Berlin bestehenden Vorschriften deshalb für ein besonders zweckentsprechendes Beispiel angesehen, weil letzterem Orte die stark fortschreitende

Erweiterung der Stadt und mannichfache, drückend fühlbar gewordene Missstände in vieler Hinsicht speciellere und der modernen Hygiene angemessenere Verordnungen gezeitigt haben als anderswo. — Betreffs weiterer Bauordnungen muss auf die unten angefügte Literatur verwiesen werden.[1])

Vielfach wurde im Folgenden das ausführliche Werk von Baumeister über Stadterweiterungen benutzt, das lediglich nach der speciell hygienischen Seite hier und da ergänzt werden konnte.

---

1) Zander, Die Baugesetze f. d. preuss. Staat. Berlin 1881. — Stumpf, Vademecum von Verordnungen etc. der Bau-, Gewerbe-, Strassen etc. Polizei für Berlin. Berlin 1879. — Silberschlag, Die Baugesetze des preuss. Staates etc. Ver. f. öff. Ges. 1874. S. 385. — Bockendahl, Zur Erhaltung von Gesundheit u. Leben. Kritik des Entwurfs einer Baupolizeiordnung. Kiel 1868. — Albrecht, Allgemeine Bauordnung f. Städte und Landgemeinden. Hannover, Helwing, 1877. — Doehl, Repertorium des Baurechts und der Bau-Polizei f. d. preuss. Staat. Sowohl im Allgemeinen als im Besonderen für Berlin. Berlin 1867. — v. Schleiss, Mahnruf an die Sanitätsbaupolizei. Bayr. ärztl. Intell.-Bl. Bd. 22. S. 6. — Raschdorff, Das Baurecht in d. preuss. Rheinprovinz u. denjenigen Ländern, in welchen das bürgerliche Gesetzbuch Geltung hat. Neu bearb. nach Weyer's Baurecht. Cöln 1869. — Denzin, Die Baupolizei des preuss. Staates mit besonderer Berücksicht. der für die Städte der Prov. Schlesien erlassenen baupolizeilichen Verordnungen. — Schönig, Das Baurecht u. die Baupolizei der Prov. Schlesien. Liegnitz 1864. — Verordnungen, polizeiliche, über die Bauten in der Stadt Breslau. Breslau 1864. — Mielck, Entwurf zu einer Bauordnung f. die Herzogthümer Schleswig-Holstein. Kiel 1868. — Leuthold, Das sächsische Baupolizeirecht. 2. Aufl. 1875. — v. Thüna, Zur Baupolizei im Grossh. Sachsen-Weimar. Thür. Corr.-Bl. Bd. 5. S. 9. — Gesetz, das, im Königr. Sachsen gültige, nebst der Ausführungsverordnung, das wegen poliz. Beaufsichtigung d. Baue zu beobachtende Verfahren betr. v. 6. Juli 1869. Dresden 1869. — Steinbrück, Die Baupolizeiordnung f. d. Stadt Berlin. Berlin, Kühn, 1871. — Bauordnung f. Cassel, Cassel 1874. — v. Oven, Baugesetze für Frankfurt 1809—1879. Frankfurt 1879. — Bauordnung für die kgl. Residenzstadt Hannover vom 20/25. Febr. 1880. Hannover 1880. — Entwurf zu einer Bauordnung f. d. kgl. Residenzstadt Hannover. Hannover 1865. — Meyer, Das öffentl. Bauwesen Hamburgs. Ztschr. d. Ver. dtsch. Ing. Bd. 23. S. 529. — Das Baupolizeiwesen d. Stadt Hamburg. Hamburg 1880. — Bau- u. Feuerordnung für Hildesheim. Hildesheim 1868. — Rasp, Münchener Bauvorschriften etc. München 1880. — Das Bauwesen in Bayern im Zusammenhang mit den geltenden feuer-, wasser- und strassenpolizeilichen Bestimmungen. 2. Aufl. Bamberg 1878. — Stadelmann, Die Bauführung in Bayern. Bamberg 1864. — Bauvorschriften für München. Polizei-Anzeiger 1860. Nr. 31. — Bauordnung f. Mannheim. Mannheim 1868. — Bauordnung f. die Residenzstadt Karlsruhe. Karlsruhe 1878. — Strassenbaustatut d. Stadt Wiesbaden. Wiesbaden 1876. — Ortsbaustatut für d. Stadt Stuttgart. Stuttgart 1874. — Bauordnung für Wien. Wien 1868. — Grave, Bauvorschriften für Wien. 1. Hochbau. — Bauvorschriften für d. flache Land in Niederösterreich. Wien 1870. — Bauordnung, Zur Revision der, für Niederösterreich u. Wien. Wien. med. Wochenschr. Bd. 25. S. 5. — Verordnung des Polizeipräfecten in Paris, die Gesundheit der Wohnungen betr. vom Jahre 1853. Erbkam's Ztschr. f. Bauwesen. 1854. S. 155.

I. Baupolizeiliche, auf die Stadterweiterung bezügliche Bestimmungen der preussischen Gesetze und Localbestimmungen für die Stadt Berlin
(als Paradigma der zur Zeit geltenden derartigen Bauvorschriften).

A. Bestimmungen des Allgemeinen Landrechts. Th. I. Tit. 8.

§ 65. In der Regel ist jeder Eigenthümer seinen Grund und Boden mit Gebäuden zu besetzen oder seine Gebäude zu verändern wohl befugt.

§ 66. Doch soll zum Schaden oder zur Unsicherheit des gemeinen Wesens oder zur Verunstaltung der Städte und öffentlichen Plätze kein Bau und keine Veränderung vorgenommen werden.

§ 67. Wer also einen neuen Bau in Städten anlegen will, muss davon zuerst der Obrigkeit zur Beurtheilung Anzeige machen.

§ 68. Bei der anzustellenden Prüfung muss die Obrigkeit zugleich dahin sehen, dass durch eine richtige und vollständige Beschreibung des abzutragenden Gebäudes, nach seiner Lage, Grenzen und übrigen Beschaffenheit, künftigen Streitigkeiten bei dem Wiederaufbau, in Ansehung des Winkelrechts und sonst, möglichst vorgebeugt werde.

§ 69. Vorzüglich ist eine besondere obrigkeitliche Erlaubniss nothwendig, wenn, es sei in Städten oder auf dem Lande, eine neue Feuerstelle errichtet, oder eine alte an einen andern Ort verlegt werden soll.

§ 71. In allen Fällen, wo sich findet, dass ein ohne vorhergegangene Anzeige unternommener Bau schädlich oder gefährlich für das Publicum sei oder zur groben Verunstaltung einer Strasse oder eines Platzes gereiche, muss derselbe nach der Anweisung der Obrigkeit geändert werden.

§ 72. Findet die Aenderung nicht statt, so muss das Gebäude wieder abgetragen und Alles auf Kosten des Bauenden in den vorigen Stand gesetzt werden.

§ 137. Um Licht in sein Gebäude zu bringen, kann ein Jeder Oeffnungen und Fenster in seine eigene Wand oder Mauer machen, wenn dieselben gleich eine Aussicht über die benachbarten Gründe gewähren.

§ 138. Sollten jedoch die Oeffnungen in einer unmittelbar an des Nachbars Hof oder Garten stossenden Wand oder Mauer gemacht werden, so müssen dieselben, wo es die Umstände gestatten, 6 Fuss von dem Boden des Zimmers oder Behältnisses erhöht, in allen Fällen aber mit eisernen, nur 2 Zoll von einander stehenden Stäben, oder mit einem Drahtgitter versehen sein.

§ 139. Neu errichtete Gebäude müssen von älteren, schon vorhandenen Gebäuden des angrenzenden Nachbars, wenn nicht besondere Polizeigesetze ein anderes vorschreiben, wenigstens 3 Werkschuhe zurücktreten.

§ 140. Stösst aber das eine Gebäude auf einen unbebauten Platz des Nachbars, so ist ein Abstand von $1\frac{1}{2}$ Werkschuhen hinreichend.

§ 141. Uebrigens aber kann Jeder in der Regel auf seinem Grund und Boden so nahe an der Grenze und so hoch bauen, als er es für gut findet.

§ 142. Sind jedoch die Fenster des Nachbars, vor welchen gebaut werden soll, schon seit 10 Jahren oder länger vorhanden, und die Behältnisse, wo sie sich befinden, haben nur von dieser Seite her Licht, so muss der neue Bau so weit zurücktreten, dass der Nachbar auch aus dem ungeöffneten Fenster des unteren Stockwerks den Himmel erblicken kann.

§ 143. Hat in diesem Falle das Gebäude des Nachbars, in welchem die Fenster sich befinden, noch von einer anderen Seite Licht, so ist es genug, wenn der neue Bau nur soweit zurücktritt, dass der Nachbar aus den ungeöffneten Fenstern des zweiten Stockwerks den Himmel sehen kann.

§ 144. Sind aber die Fenster des Nachbars, vor welchen gebaut werden soll, noch nicht seit 10 Jahren vorhanden, so ist der Bauende bloss an die § 139 bestimmte Entfernung gebunden.

B. Gesetz vom 2. Juli 1875, betreffend die Anlegung und Veränderung von Strassen und Plätzen in Städten und ländlichen Ortschaften (*G.-S. S. 561*).

§ 1. Für die Anlegung oder Veränderung von Strassen und Plätzen in Städten und ländlichen Ortschaften sind die Strassen- und Baufluchtlinien vom Gemeindevorstande im Einverständnisse mit der Gemeinde, bezüglich deren Ver-

tretung, dem öffentlichen Bedürfnisse entsprechend unter Zustimmung der Ortspolizeibehörde festzusetzen.

Die Ortspolizeibehörde kann die Festsetzung von Fluchtlinien verlangen, wenn die von ihr wahrzunehmenden polizeilichen Rücksichten die Festsetzung fordern.

Zu einer Strasse im Sinne dieses Gesetzes gehört der Strassendamm und der Bürgersteig.

Die Strassenfluchtlinien bilden regelmässig zugleich die Baufluchtlinien, das heisst die Grenzen, über welche hinaus die Bebauung ausgeschlossen ist. Aus besonderen Gründen kann aber eine von der Strassenfluchtlinie verschiedene, jedoch in der Regel höchstens 3 Meter von dieser zurückweichende Baufluchtlinie festgesetzt werden.

§ 2. Die Festsetzung von Fluchtlinien (§ 1) kann für einzelne Strassen und Strassentheile, oder, nach dem voraussichtlichen Bedürfnisse der näheren Zukunft, durch Aufstellung von Bebauungsplänen für grössere Grundflächen erfolgen.

Handelt es sich in Folge von umfassenden Zerstörungen durch Brand oder andere Ereignisse um die Wiederbebauung ganzer Ortstheile, so ist die Gemeinde verpflichtet schleunigst darüber zu beschliessen, ob und inwiefern für den betreffenden Ortstheil ein neuer Bebauungsplan aufzustellen ist und eintretenden Falls die unverzügliche Feststellung des neuen Bebauungsplanes zu bewirken.

§ 3. Bei Festsetzung der Fluchtlinien ist auf Förderung des Verkehrs, der Feuersicherheit und der öffentlichen Gesundheit Bedacht zu nehmen, auch darauf zu halten, dass eine Verunstaltung der Strassen und Plätze nicht eintritt.

Es ist deshalb für die Herstellung einer genügenden Breite der Strassen und einer guten Verbindung der neuen Bauanlagen mit den bereits bestehenden Sorge zu tragen.

§ 4. Jede Festsetzung von Fluchtlinien (§ 1) muss eine genaue Bezeichnung der davon betroffenen Grundstücke und Grundstückstheile und eine Bestimmung der Höhenlage, sowie der beabsichtigten Entwässerung der betreffenden Strassen und Plätze enthalten.

§ 5. Die Zustimmung der Ortspolizeibehörde (§ 1) darf nur versagt werden, wenn die von derselben wahrzunehmenden polizeilichen Rücksichten die Versagung fordern.

Will sich der Gemeindevorstand bei der Versagung nicht beruhigen, so beschliesst auf sein Ansuchen der Kreisausschuss. Derselbe beschliesst auf Ansuchen der Ortspolizei-Behörde über die Bedürfnissfrage, wenn der Gemeindevorstand die von der Ortspolizei-Behörde verlangte Festsetzung (§ 1 Alinea 2) ablehnt.

§ 6. Betrifft der Plan der beabsichtigten Festsetzungen (§ 4) eine Festung, oder fallen in denselben öffentliche Flüsse, Chausseen, Eisenbahnen oder Bahnhöfe, so hat die Ortspolizei-Behörde dafür zu sorgen, dass den betheiligten Behörden rechtzeitig zur Wahrung ihrer Interessen Gelegenheit gegeben wird.

§ 7. Nach erfolgter Zustimmung der Ortspolizei-Behörde, bezüglich des Kreisausschusses (§ 5), hat der Gemeindevorstand den Plan zu Jedermanns Einsicht offen zu legen. Wie letzteres geschehen soll, wird in der ortsüblichen Art mit dem Bemerken bekannt gemacht, dass Einwendungen gegen den Plan innerhalb einer bestimmt zu bezeichnenden präclusivischen Frist von mindestens vier Wochen bei dem Gemeindevorstande anzubringen sind.

Handelt es sich um Festsetzungen, welche nur einzelne Grundstücke betreffen, so genügt statt der Offenlegung und Bekanntmachung eine Mittheilung an die betheiligten Grundeigenthümer.

§ 8. Ueber die erhobenen Einwendungen (§ 7) hat, soweit dieselben nicht durch Verhandlungen zwischen dem Gemeindevorstande und den Beschwerdeführern zur Erledigung kommen, der Kreisausschuss zu beschliessen. Sind Einwendungen nicht erhoben oder ist über dieselben endgültig (§ 16) beschlossen, so hat der Gemeindevorstand den Plan förmlich festzustellen, zu Jedermanns Einsicht offen zu legen und, wie dies geschehen soll, ortsüblich bekannt zu machen.

§ 9. Sind bei Festsetzung von Fluchtlinien mehrere Ortschaften betheiligt, so hat eine Verhandlung darüber zwischen den betreffenden Gemeindevorständen stattzufinden.

Ueber die Punkte, hinsichtlich deren eine Einigung nicht zu erzielen ist, beschliesst der Kreisausschuss.

§ 10. Jede, sowohl vor als nach Erlass dieses Gesetzes getroffene Festsetzung

von Fluchtlinien kann nur nach Massgabe der vorstehenden Bestimmungen aufgehoben oder abgeändert werden.

Zur Festsetzung neuer oder Abänderung schon bestehender Bebauungspläne in den Städten Berlin, Potsdam, Charlottenburg und deren nächster Umgebung bedarf es Königlicher Genehmigung.

§ 11. Mit dem Tage, an welchem die im § 8 vorgeschriebene Offenlegung beginnt, tritt die Beschränkung des Grundeigenthümers, dass Neubauten, Um- und Ausbauten über die Fluchtlinie hinaus versagt werden können, endgültig ein. Gleichzeitig erhält die Gemeinde das Recht, die durch die festgesetzten Strassenfluchtlinien für Strassen und Plätze bestimmte Grundfläche dem Eigenthümer zu entziehen.

§ 12. Durch Ortsstatut kann festgestellt werden, dass an Strassen oder Strassentheilen, welche noch nicht gemäss den baupolizeilichen Bestimmungen des Orts für den öffentlichen Verkehr und den Anbau fertig hergestellt sind, Wohngebäude, die nach diesen Strassen einen Ausgang haben, nicht errichtet werden dürfen.

Das Ortsstatut hat die näheren Bestimmungen innerhalb der Grenze vorstehender Vorschrift festzusetzen und bedarf der Bestätigung des Bezirksrathes. Gegen den Beschluss des Bezirksrathes ist innerhalb einer Präclusivfrist von einundzwanzig Tagen die Beschwerde bei dem Provinzialrathe zulässig.

Nach erfolgter Bestätigung ist das Statut in ortsüblicher Art bekannt zu machen.

§ 13. Eine Entschädigung kann wegen der nach den Bestimmungen des § 12 eintretenden Beschränkung der Baufreiheit überhaupt nicht, und wegen Entziehung oder Beschränkung des von der Festsetzung neuer Fluchtlinien betroffenen Grundeigenthums nur in folgenden Fällen gefordert werden:

1. wenn die zu Strassen und Plätzen bestimmten Grundflächen auf Verlangen der Gemeinde für den öffentlichen Verkehr abgetreten werden;
2. wenn die Strassen- oder Baufluchtlinie vorhandene Gebäude trifft und das Grundstück bis zur neuen Fluchtlinie von Gebäuden freigelegt wird;
3. wenn die Strassenfluchtlinie einer neu anzulegenden Strasse ein unbebautes, aber zur Bebauung geeignetes Grundstück trifft, welches zur Zeit der Feststellung dieser Fluchtlinie an einer bereits bestehenden und für den öffentlichen Verkehr und den Anbau fertig gestellten anderen Strassen belegen ist, und die Bebauung in der Fluchtlinie der neuen Strasse erfolgt.

Die Entschädigung wird in allen Fällen wegen der zu Strasse und Plätzen bestimmten Grundfläche für Entziehung des Grundeigenthums gewährt. Ausserdem wird in denjenigen Fällen der Nr. 2, in welchen es sich um eine Beschränkung des Grundeigenthums in Folge der Festsetzung einer von der Strassenfluchtlinie verschiedenen Baufluchtlinie handelt, für die Beschränkung des bebaut gewesenen Theiles des Grundeigenthums (§ 12 des Gesetzes über Enteignung von Grundeigenthum vom 11. Juni 1874) Entschädigung gewährt.

In allen obengedachten Fällen kann der Eigenthümer die Uebernahme des ganzen Grundstücks verlangen, wenn dasselbe durch die Fluchtlinie entweder ganz oder soweit in Anspruch genommen wird, dass das Restgrundstück nach den baupolizeilichen Vorschriften des Ortes nicht mehr zur Bebauung geeignet ist.

Bei den Vorschriften dieses Paragraphen ist unter der Bezeichnung „Grundstück" jeder im Zusammenhange stehende Grundbesitz des nämlichen Eigenthümers begriffen.

§ 14. Für die Feststellung der nach § 13 zu gewährenden Entschädigungen und die Vollziehung der Enteignung kommen die §§ 24 ff. des Gesetzes über Enteignung von Grundeigenthum vom 11. Juni 1874 zur Anwendung.

Streitigkeiten über Fälligkeit des Anspruchs auf Entschädigung gehören zur gerichtlichen Entscheidung.

Die Entschädigungen sind, soweit nicht ein aus besonderen Rechtstiteln Verpflichteter dafür aufzukommen hat, von der Gemeinde aufzubringen, innerhalb deren Bezirk das betreffende Grundstück belegen ist.

§ 15. Durch Ortsstatut kann festgesetzt werden, dass bei der Anlegung einer neuen oder bei der Verlängerung einer schon bestehenden Strasse, wenn solche zur Bebauung bestimmt ist, sowie bei dem Anbau an schon vorhandenen, bisher

unbebauten Strassen und Strassentheilen von dem Unternehmer der neuen Anlage oder von den angrenzenden Eigenthümern — von letzteren sobald sie Gebäude an der neuen Strasse errichten — die Freilegung, erste Einrichtung, Entwässerung und Beleuchtungsvorrichtung der Strasse in der dem Bedürfnisse entsprechenden Weise beschafft, sowie deren zeitweise, höchstens jedoch fünfjährige Unterhaltung, beziehungsweise ein verhältnissmässiger Beitrag oder der Ersatz der zu allen diesen Massnahmen erforderlichen Kosten geleistet werde. Zu diesen Verpflichtungen können die angrenzenden Eigenthümer nicht mehr als die Hälfte der Strassenbreite, und wenn die Strasse breiter als 26 Meter ist, nicht für mehr als 13 Meter der Strassenbreite herangezogen werden.

Bei Berechnung der Kosten sind die Kosten der gesammten Strassenanlage und beziehungsweise deren Unterhaltung zusammen zu rechnen und den Eigenthümern nach Verhältniss der Länge ihrer, die Strasse berührenden Grenze zur Last zu legen.

Das Ortsstatut hat die näheren Bestimmungen innerhalb der Grenze vorstehender Vorschrift festzusetzen. Bezüglich seiner Bestätigung, Anfechtbarkeit und Bekanntmachung gelten die im § 12 gegebenen Vorschriften.

Für die Haupt- und Residenzstadt Berlin bewendet es bis dem Zustandekommen eines solchen Statuts bei den Bestimmungen des Regulativs vom 31. December 1838.

§ 16. Gegen die Beschlüsse des Kreisausschusses steht dem Betheiligten in den Fällen der §§ 5, 8, 9 die Beschwerde bei dem Bezirksrathe innerhalb einer Präclusivfrist von einundzwanzig Tagen zu.

In den Fällen, in denen es sich um Wiederbebauung ganzer durch Brand oder andere Ereignisse zerstörter Ortstheile handelt, tritt an die Stelle dieser Präclusivfrist eine solche von einer Woche.

§ 17. Die durch die §§ 5, 8 und 9 dem Kreisausschusse und in höherer Instanz dem Bezirksrathe beigelegten Befugnisse und Obliegenheiten werden in den einem Landkreise angehörigen Städten mit mehr als 10,000 Einwohnern, oder wenn unter mehreren betheiligten Gemeinden (§ 9) sich eine solche Stadt befindet, von dem Bezirksrathe und in höherer Instanz von dem Provinzialrathe, in den Stadtkreisen oder wenn unter mehreren betheiligten Gemeinden (§ 9) sich ein Stadtkreis befindet, von dem Provinzialrathe und auf Ansuchen der Gemeinde in höherer Instanz von dem Minister für Handel wahrgenommen.

§ 18. Bis dahin, dass in den verschiedenen Provinzen der Monarchie die Kreisausschüsse und die Bezirks- und Provinzialräthe gebildet sind, hat die Bezirksregierung (Landdrostei) die denselben durch dieses Gesetz überwiesenen Geschäfte wahrzunehmen.

Die Beschlussfassung in der höheren Instanz steht in den Fällen der §§ 5, 8 und 9 dem Minister für Handel, im Falle der §§ 12 und 15 dem Oberpräsidenten zu.

Für die Stadt Berlin liegt bis zur Bildung einer besonderen Provinz Berlin die Wahrnehmung der in den §§ 5, 8 und 9 dem Kreisausschusse beigelegten Functionen dem Minister für Handel etc., die Bestätigung der Statuten nach den §§ 12 und 15 dem Minister des Innern ob.

§ 19. Alle den Bestimmungen dieses Gesetzes entgegenstehenden allgemeinen und besonderen gesetzlichen Vorschriften werden hierdurch aufgehoben.

Alle Bestimmungen der im Verwaltungswege erlassenen Bauordnungen, sonstigen polizeilichen Anordnungen und Ortsstatuten, welche mit den Vorschriften dieses Gesetzes in Widerspruch stehen, treten ausser Kraft.

§ 20. Der Minister für Handel wird mit der Ausführung dieses Gesetzes beauftragt.

Ministerial-Vorschriften für die Aufstellung von Fluchtlinien- und Bebauungsplänen vom 28. Mai 1876.

§ 1. Für die Festsetzung von Fluchtlinien (§§ 1—4 des Gesetzes vom 2. Juli 1875) sind der Regel nach und soweit nicht nachstehend (§ 13) Ausnahme-Bestimmungen getroffen werden, folgende Vorlagen zu machen:

I. Situations-Pläne, und zwar

a) Fluchtlinien-Pläne, sofern es um die Festsetzung von Fluchtlinien bei Anlegung oder Veränderung von einzelnen Strassen oder Strassentheilen sich handelt,
b) Bebauungs-Pläne, sofern es um die Festsetzung von Fluchtlinien für grössere Grundflächen und ganze Ortstheile sich handelt,
c) Uebersichts-Pläne.

II. Höhen-Angaben.

a) Längen-Profile,
b) Quer-Profile,
c) Horizontal-Curven und Höhenzahlen in den Situationsplänen.

III. Erläuternde Schriftstücke:

§ 2. Diese Vorlagen sollen:
A) den gegenwärtigen Zustand,
B) den Zustand, welcher durch die nach Massgabe der beabsichtigten Fluchtlinien-Festsetzung erfolgende Anlegung von Strassen und Plätzen herbeigeführt werden soll,

klar und bestimmt darstellen. Dieselben müssen durch einen vereidigten Feldmesser aufgenommen oder als richtig bescheinigt und durch einen geprüften Baumeister oder einen im Communaldienste angestellten Baubeamten, durch welche die Richtigkeit der Aufnahme gleichfalls bescheinigt werden kann, mindestens unter der Mitwirkung eines solchen bearbeitet und dem entsprechend unterschriftlich vollzogen sein.

§ 7. Die Aufstellung der Projecte bedingt eine sorgfältige Erwägung der gegenwärtig vorhandenen, sowie des in der näheren Zukunft voraussichtlich eintretenden öffentlichen Bedürfnisses unter besonderer Berücksichtigung der in dem § 3 des Gesetzes vom 2. Juli 1875 hervorgehobenen Gesichtspunkte.

Im Interesse der Förderung der öffentlichen Gesundheit und Feuersicherheit ist auch auf eine zweckmässige Vertheilung der öffentlichen Plätze sowie der Brunnen Bedacht zu nehmen.

Betreffs der Strassenbreiten empfiehlt es sich, bei neuen Strassen-Anlagen die Grenzen, über welche hinaus die Bebauung ausgeschlossen ist,

a) bei Strassen, welche als Hauptadern des Verkehrs die Entwickelung eines lebhaften und durchgehenden Verkehrs erwarten lassen, nicht unter 30 m,
b) bei Nebenverkehrs-Strassen von beträchtlicher Länge nicht unter 20 m,
c) bei allen anderen Strassen nicht unter 12 m

anzunehmen.

Bei den unter a und b bezeichneten Strassen ist ein Längen-Gefälle von mehr als 1 : 50, bezw. von 1 : 40, bei Rinnsteinen ein solches von nicht weniger als 1 : 200 nach Möglichkeit anzustreben.

C. Aus dem Gesetz vom 25. August 1876 (G.-S. S. 405) betreffend die Gründung neuer Ansiedlungen, bezw. neuer Kolonien.

§ 13. Wer ausserhalb einer im Zusammenhange gebauten Ortschaft ein Wohnhaus errichten oder ein schon vorhandenes Gebäude zum Wohnhause einrichten will, bedarf einer von der Ortspolizei-Behörde zu ertheilenden Ansiedlungsgenehmigung. Vor deren Aushändigung darf die polizeiliche Bauerlaubniss nicht ertheilt werden. Die Ansiedlungsgenehmigung ist nicht erforderlich für Wohnhäuser, welche in den Grenzen eines nach dem Gesetz vom 2. Juli 1875 festgestellten Bebauungsplans, oder welche auf einem bereits bebauten Grundstücke im Zusammenhange mit bewohnten Gebäuden errichtet oder eingerichtet werden sollen.

§ 14. Die Ansiedelungsgenehmigung ist zu versagen, wenn nicht nachgewiesen ist, dass der Platz, auf welchem die Ansiedlung gegründet werden soll, durch einen jederzeit offenen Weg zugänglich, oder dass die Beschaffung eines solchen Weges gesichert ist. Wenn nur der letztere Nachweis erbracht werden kann, so ist bei Ertheilung der Ansiedelungsgenehmigung für die Beschaffung des Weges eine Frist zu bestimmen, nach deren fruchtlosem Ablaufe das polizeiliche Zwangsverfahren eintritt.

§ 15. Die Ansiedelungsgenehmigung kann versagt werden, wenn gegen die Ansiedelung von dem Eigenthümer, dem Nutzungs- oder Gebrauchsberechtigten oder dem Pächter eines benachbarten Grundstücks oder von dem Vorsteher des Gemeinde- (Guts-) Bezirks, zu welchem das zu besiedelnde Grundstück gehört, oder von einem der Vorsteher derjenigen Gemeinde- (Guts-) Bezirke, an welche dasselbe grenzt, Einspruch erhoben und der Einspruch durch Thatsachen begründet wird, welche die Annahme rechtfertigen, dass die Ansiedelung den Schutz der Nutzungen benachbarter Grundstücke aus dem Feld- oder Gartenbau, aus der Forstwirthschaft, der Jagd oder der Fischerei gefährden werde.

§ 16. Vor Ertheilung der Ansiedelungsgenehmigung sind die betheiligten Gemeinde- (Guts-) Vorsteher (§ 15) von dem Antrage in Kenntniss zu setzen. Diese haben den Antrag innerhalb ihrer Gemeinden (Gutsbezirke) auf ortsübliche Art mit dem Bemerken bekannt zu machen, dass gegen den Antrag von den Eigenthümern, Nutzungs-, Gebrauchsberechtigten und Pächtern der benachbarten Grundstücke innerhalb einer Präclusivfrist von einundzwanzig Tagen bei der Ortspolizei-Behörde Einspruch erhoben werden könne, wenn der Einspruch sich durch Thatsachen der in § 15 bezeichneten Art begründen lasse.

Die erhobenen Einsprüche sind von der Ortspolizei-Behörde, geeignetenfalls nach Anhörung des Antragstellers und derjenigen, welche Einspruch erhoben haben, sowie nach Aufnahme des Beweises zu prüfen.

§ 17. Die Versagung der Genehmigung auf Grund des § 14 oder auf Grund erhobener Einsprüche (§ 15), sowie die Zurückweisung der gegen die Ansiedelungsgenehmigung erhobenen Einsprüche erfolgt durch einen Bescheid der Ortspolizei-Behörde, welcher mit Gründen zu versehen und dem Antragsteller, sowie denjenigen, welche Einspruch erhoben haben, zu eröffnen ist.

Gegen den Bescheid steht dem Antragsteller, sowie denjenigen, welche Einspruch erhoben haben, innerhalb einer Präclusivfrist von zehn Tagen nach Zustellung des Bescheides, den Tag der Zustellung ungerechnet, die Klage im Verwaltungsstreitverfahren offen.

Zuständig ist der Kreisausschuss, in Stadtkreisen das Bezirksverwaltungsgericht.

§ 18. Wer ausserhalb einer im Zusammenhange gebauten Ortschaft eine Kolonie anlegen will, hat dazu die Genehmigung des Kreisausschusses, in Stadtkreisen der Ortspolizei-Behörde, zu beantragen. Mit dem Antrage ist ein Plan vorzulegen und darin nachzuweisen, in welcher Art die Gemeinde-, Kirchen- und Schulverhältnisse der Kolonie geordnet werden sollen.

§ 19. Die Genehmigung zur Anlegung einer Kolonie kann versagt werden, wenn und so lange die Gemeinde-, Kirchen- und Schulverhältnisse nicht dem öffentlichen Interesse und den bestehenden gesetzlichen und statutarischen Bestimmungen gemäss geordnet sind.

D. Orts-Statut I für Berlin vom 8. October 1875.

Auf Grund des § 11 der Städte-Ordnung vom 30. Mai 1853 und des § 12 des Gesetzes vom 2. Juli 1875 wird für den hiesigen Gemeindebezirk Folgendès bestimmt:

§ 1. Wohngebäude dürfen an Strassen oder Strassentheilen, an welchen sie einen Ausgang haben, nur errichtet werden, wenn diese Strassen oder Strassentheile den baupolizeilichen Vorschriften gemäss befestigt, entwässert und mindestens mittelst einer regulirten Strasse zugänglich sind.

§ 2. Ausnahmen in Einzelfällen mit Rücksicht auf Umfang, Bestimmung, örtliche Lage etc. der beabsichtigten Bauten können vorbehaltlich der Zustimmung der Bau-Polizei-Behörde von der städtischen Bau-Verwaltung bewilligt werden.

Orts-Statut II für Berlin vom 7. März 1877.

Auf Grund des § 11 der Städte-Ordnung vom 30. Mai 1853 und des § 15 des Gesetzes vom 2. Juli 1875 wird für den hiesigen Gemeindebezirk Folgendes bestimmt:

a) Anlage neuer Strassen durch die Stadtgemeinde.

1. Verpflichtung der Adjacenten zur Erstattung der Anlagekosten.

§ 1. Bei der Seitens der Stadtgemeinde erfolgenden Anlage einer neuen oder bei der Verlängerung einer schon bestehenden Strasse, welche zur Bebauung bestimmt ist, sind die Besitzer der angrenzenden Grundstücke, sobald auf denselben Gebäude an diesen Strassen errichtet werden, verpflichtet, der Stadtgemeinde diejenigen Kosten zu erstatten, welche ihr für die Freilegung, erste Einrichtung, Pflasterung und Entwässerung der Strasse erwachsen.

§ 2. Zu den Kosten der Freilegung gehören auch die Kosten der Erwerbung des Grund und Bodens der Strasse einschliesslich des Bürgersteiges.

Ist das Strassenland zum Theil unentgeltlich von angrenzenden Grundstücken abgetreten worden, so wird behufs Feststellung des auf die einzelnen adjacirenden Grundstücke entfallenden Antheils an den Grunderwerbskosten das unentgeltlich abgetretene Terrain mit dem vom Magistrat, unter Berücksichtigung des Preises des entgeltlich erworbenen Terrains, festgestellten Werthe, bei der Ermittelung der Gesammtkosten in Rechnung gestellt, demnächst aber denjenigen Adjacenten auf ihren Beitrag zu den Gesammtkosten in Abzug gebracht, von deren Grundstücken das Strassenland unentgeltlich abgetreten ist.

§ 3. Zu den Kosten der ersten Einrichtung und Pflasterung gehören insbesondere auch diejenigen der Herstellung des Anschlusses an Nebenstrassen, sowie der Ueberfahrts- und Uebertrittsbrücken.

Als Kosten des zur ersten Pflasterung verwendeten Materials incl. Arbeitslohn wird ein alljährlich durch Communalbeschluss pro Quadratmeter festzustellender Preis in Rechnung gestellt. Derselbe soll für Haupt- und Nebenstrassen verschieden sein und den Preis der nach Communalbeschluss für derartige Strassen zulässigen geringsten Qualität Pflaster nicht übersteigen.

Ob eine Strasse als Haupt- oder Nebenstrasse zu erachten, wird durch den Magistrat festgestellt.

Die Kosten der Herstellung von Promenaden, Baum- und anderen Pflanzungen sind nicht zu erstatten.

2. Feststellung und Vertheilung der Anlagekosten auf die zur Erstattung Verpflichteten.

§ 4. Für Vertheilung der Gesammtkosten gilt derjenige zusammenhängende Strassentheil als Einheit, dessen Regulirung zu derselben Zeit erfolgt ist.

§ 5. Bei Strassen von mehr als 26 Meter Breite ist von den Kosten der Gesammtanlage ein, nach dem Verhältniss von 26 Metern zu der Gesammtbreite der Strassen berechneter Beitrag von den Adjacenten zu erstatten, der Ueberrest fällt der Stadtgemeinde zur Last.

§ 6. Der nach §§ 1—5 zur Einziehung gelangende Betrag wird durch den Magistrat vorbehaltlich des Beschwerdeweges endgültig festgestellt und auf die angrenzenden Grundstücke nach Verhältniss der Länge ihrer die Strassen berührenden Grenze vertheilt.

§ 7. Die Zahlung der nach §§ 1—6 zu leistenden Beiträge hat gegen Ertheilung der Bau-Erlaubniss zur Errichtung von Gebäuden an neuen Strassen resp. Strassentheilen zu erfolgen.

Steht zur Zeit der Ertheilung derselben der Beitrag des betreffenden Adjacenten noch nicht fest, so ist von demselben, sofern es der Magistrat für erforderlich und angemessen erachtet, eine von Letzterem der Höhe nach zu bestimmende Caution in baarem Gelde oder in depositalmässigen Papieren zu bestellen, aus welcher die Tilgung des demnächst ermittelten Beitrags in erster Linie erfolgt. Für den etwaigen Ueberrest bleibt das Grundstück verhaftet.

§ 8. Der Magistrat ist befugt, mit Rücksicht auf die Vermögenslage der Zahlungspflichtigen für die Entrichtung der Beiträge Ratenzahlung oder Zahlungsfrist bis zu höchstens 2 Jahren von der Fälligkeit ab, zu bewilligen.

b) Anlage und Unterhaltung neuer, im Bebauungsplan festgestellter Strassen durch Unternehmer oder Adjacenten.

1. Anlage der Strassen.

§ 9. Wenn Unternehmer oder Adjacenten eine im Bebauungsplan festgestellte Strasse oder einen Theil einer solchen anlegen wollen, so ist die Genehmigung dazu bei dem Magistrat nachzusuchen, abgesehen von der ausserdem erforderlichen Genehmigung der Bau-Polizei.

Zu dem Behufe ist ein Situationsplan und ein Nivellementsplan derselben, aus welchen insbesondere auch der Anschluss der herzustellenden Entwässerungsanlagen an die bestehenden öffentlichen Anlagen ersichtlich ist, und zwar in je 5 Exemplaren einzureichen.

Den Unternehmern etc. stehen für die Ausarbeitung der betreffenden Pläne die bei dem Magistrat befindlichen einschlagenden Materialien zur Benutzung auf ihre Kosten durch ihre Sachverständigen offen, soweit das Verwaltungsinteresse es gestattet.

Der Situationsplan muss die in die Strasse fallenden und an dieselbe angrenzenden Grundstücke bis auf 30 Meter Entfernung von den Strassenfluchtlinien, deren Grundbuch-Bezeichnung und Besitzer ersichtlich machen.

Die Genehmigung kann nur versagt werden, wenn Gründe des öffentlichen Interesses der Herstellung der Strasse entgegenstehen.

Die betreffenden Gründe sind in dem Versagungs-Bescheide anzugeben.

§ 10. Erklären sich die Unternehmer resp. Adjacenten zur Ausführung der Strassenanlage gemäss der ertheilten Genehmigung bereit, oder nehmen sie die Ausführung thatsächlich in Angriff, so sind sie verpflichtet, die Strassenanlage innerhalb der in der Genehmigung gestellten Frist zu vollenden, widrigenfalls die erforderlichen Arbeiten von der Stadt-Gemeinde für Rechnung der Unternehmer resp. Adjacenten ausgeführt werden können. Das zur Strassenanlage erforderliche Terrain ist vor Beginn der Arbeiten zur Herstellung derselben an die Stadtgemeinde zu übereignen und auf deren Verlangen pfandfrei zu stellen.

Ob die Herstellung bedingungsmässig erfolgt ist, entscheidet der Magistrat, bei welchem die Abnahme, abgesehen von der baupolizeilichen Abnahme, beantragt werden muss.

2. Unterhaltung.

§ 11. Die Unterhaltung der gemäss § 9 ff. angelegten Strassen geht, sobald dieselben bedingungsmässig hergestellt sind, auf die Stadt-Gemeinde über, dagegen haben die Unternehmer resp. Adjacenten — letztere soweit sie nach diesem Statute zu den Kosten der neuen Strassenanlage beitragspflichtig sind, — entweder

a) die Kosten dieser Unterhaltung oder

b) einen alljährlich durch Communalbeschluss festzusetzenden Beitrag zu denselben bis zum Ablaufe des auf das Jahr des Beginnes der Unterhaltung folgenden vierten Kalenderjahres zu tragen.

In dem Falle a wird der Betrag der Kosten durch den Magistrat definitiv festgestellt.

Die Kosten der Unterhaltung oder der Beiträge zu diesen werden erforderlichen Falls im Wege der administrativen Execution eingezogen.

§ 12. Es soll gestattet sein, die im § 11 auferlegte Unterhaltungspflicht durch Zahlung eines Kapitals abzulösen, welches nach dem Flächen-Inhalte der zu unterhaltenden Strassenstrecke und nach dem pro Quadratmeter alljährlich durch Communalbeschluss festzustellenden Einheitssatze zu berechnen ist.

c) Anlage neuer im Bebauungsplane noch nicht festgestellter Strassen durch Unternehmer.

§ 13. Den Anträgen auf Genehmigung von Strassenanlagen in Abänderung oder Ergänzung des Bebauungsplanes sind Situations- und Nivellementspläne in der vom Magistrat für nothwendig erachteten Anzahl und Beschaffenheit beizufügen.

Auch ist auf Erfordern der Nachweis zu führen, in welcher Weise die Ausführung der Anlagen gesichert ist.

d) Anbau an vorhandenen unbebauten Strassen.

§ 14. Von den Grundstücken, welche an einer zur Zeit des Erlasses dieses Statuts schon vorhandenen, bisher unbebauten Strasse oder einem solchen Strassentheile liegen, ist, sobald diese Grundstücke an der Strasse bebaut werden, das zur Freilegung der Strasse in der durch den Bebauungsplan oder sonst in vorgeschriebener Weise festgestellten Breite erforderliche Terrain bis zur Mittellinie der Strasse unentgeltlich abzutreten, freizulegen, in das vorgeschriebene Niveau zu bringen und zu pflastern. Bei Strassen von mehr als 26 Metern Breite erstreckt sich diese Verpflichtung auf 13 Meter der Strassenbreite.

e) Allgemeine Vorschriften.

§ 15. Der Stadt-Gemeinde steht das Recht zu, in den Fällen der §§ 9 und 13 dieses Statuts die Ausführung der Strassenanlagen im öffentlichen Interesse selbst für Rechnung der Unternehmer zu übernehmen. In diesem Falle finden, soweit nicht besondere Vereinbarungen getroffen sind, die Vorschriften der §§ 1 bis 8 dieses Statuts Anwendung.

§ 16. Als Anlage einer neuen Strasse im Sinne dieses Statuts gilt auch die Umwandlung eines unregulirten Weges oder einer Landstrasse in eine städtische Strasse.

Strassenbau-Polizei-Verordnung für Berlin vom 12. September 1879.

Auf Grund des § 5 des Gesetzes vom 11. März 1850 über die Polizei-Verwaltung wird, mit Rücksicht auf den § 12 des Gesetzes vom 2. Juli 1875, betreffend die Anlegung und Veränderung von Strassen etc. und mit Bezug auf das Orts-Statut vom 8. October 1875, für den Umfang des Gemeindebezirks von Berlin, nach Berathung mit dem Gemeinde-Vorstande, Nachstehendes verordnet:

§ 1. Eine Strasse oder ein Strassentheil ist für den öffentlichen Verkehr und den Anbau als fertig hergestellt zu erachten, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

I. Für Strassen, welche nach Erlass dieser Verordnung angelegt werden:

1. die zur Strasse innerhalb der Strassenfluchtlinien erforderlichen Grundflächen müssen der Stadtgemeinde übereignet sein.
2. die Strasse muss
   a) in der Planlage,
   b) in der Höhenlage,
   c) in der Breite und Breiten-Eintheilung

   den Festsetzungen des Bebauungsplanes von Berlin und seinen Ergänzungen entsprechen.
3. Der Strassendamm muss mit Pflaster (Stein-, Holz-, Eisen- etc.) befestigt oder asphaltirt sein. Bei Steinpflasterung müssen rechtwinklig bearbeitete Bruchsteine, deren Fussflächen mindestens $^2/_3$ der Kopfflächen betragen und die in den Höhen, sowie in den Breiten nicht mehr als 1 Cm. von einander abweichen, verwendet sein. Das Pflaster muss wenigstens eine Kiesbettung von 20 Cm. erhalten.
4. Die Strasse muss mit einer genügenden, dem Bebauungsplan und seinen Ergänzungen entsprechenden, an eine vorhandene öffentliche sich anschliessenden Entwässerungs-Anlage versehen sein.
5. Die Strasse muss an eine bereits regulirte Strasse durch Herstellung des Kreuzdammes angeschlossen sein.
6. Die Herstellung der Bürgersteige muss nach den Vorschriften der Bau-Polizei-Ordnung vom 21. April 1853 und der Verordnung vom 17. Januar 1873 geschehen.

II. Bei den gegenwärtig vorhandenen Strassen

muss der Strassenkörper zwischen den bestehenden Strassenfluchten in seiner ganzen Breite als Bürgersteig und Fahrdamm mit Steinen, Asphaltirung oder

Macadamisirung vollständig befestigt, und es müssen unterirdische Entwässerungscanäle oder ausgemauerte Rinnsteine vorhanden sein, welche dem Bebauungsplane und seinen Ergänzungen entsprechen und sich an eine öffentliche Entwässerungsanlage anschliessen.

§ 2. Strassen oder Strassenstrecken, welche nur chausseemässig unterhalten werden oder nur mit sogenannten Bauerndämmen versehen sind, gelten nicht als für den Anbau fertig gestellt.

§ 3. Ob die vorstehenden Bedingungen erfüllt sind, unterliegt der gemeinschaftlichen Entscheidung des Königlichen Polizei-Präsidii und der Strassenbau-Polizei-Verwaltung.

E. Baupolizei-Ordnung für die Stadt Berlin,

nebst Ergänzungsverordnungen.

§ 1. Zu jedem Neubau, sowie zu jeder Reparatur oder Veränderung einer baulichen Anlage ist polizeiliche Erlaubniss nöthig.

§ 4. Die Bau-Erlaubniss ist schriftlich bei dem Polizei-Präsidium nachzusuchen. Dieselbe ist in allen Fällen erforderlich, wenn auch der Bau nicht durch den freien Entschluss des Eigenthümers veranlasst worden ist.

Bekanntmachung, die Bau-Ausführung in der Stadt Berlin betreffend vom 26. Januar 1876.

Durch das Gesetz vom 2. Juli 1875 ist die Bearbeitung des Stadt-Bauplans und durch die Allerhöchste Cabinets-Ordre vom 28. December 1875 die örtliche Strassenbau-Polizei von Berlin der Stadt-Gemeinde Berlin übertragen worden, dagegen die Hochbau-Polizei dem Königlichen Polizei-Präsidium verblieben. In Folge dieser Ressort-Veränderungen erscheint es geboten, dass der hiesige Magistrat von allen denjenigen Baugesuchen Kenntniss erhält, welche von reglementarischen oder statutarischen Leistungen an die Stadt-Gemeinde Berlin abhängig zu machen sind, sowie von allen denjenigen Baugesuchen, bei denen eine bereits durchgeführte oder im Bebauungsplan vorgesehene Fluchtlinie in Frage kommt, damit diese Linie örtlich abgesteckt und überhaupt alles im strassenbaupolizeilichen Interesse Erforderliche vorgeschrieben werden kann.

Demgemäss werden alle Baugesuche, welche einen Neu-, Um- oder grösseren Reparatur-Bau längs einer bereits angelegten oder projectirten oder in Aussicht genommenen Strasse betreffen, fortab zunächst dem Magistrat mit den Bauzeichnungen und einem genauen Situationsplan in drei Exemplaren, wovon eines für die Acten des Polizei-Präsidiums, eines für die des Magistrats und eines für den Bauunternehmer bestimmt sind, einzureichen und erst, wenn der Magistrat seine Genehmigung in strassenbaupolizeilicher und communaler Hinsicht zu dem Bau ertheilt hat, dem Polizei-Präsidium einzureichen sein. Für die schleunigste Bearbeitung derartiger Gesuche bei dem Magistrat sind die nöthigen Einrichtungen getroffen; es steht indessen auch nicht entgegen, dass gleichzeitig mit der Einreichung des Gesuchs beim Magistrat das für das Polizei-Präsidium bestimmte Exemplar der Bauzeichnungen dieser Behörde vorgelegt wird, um in die technische Prüfung eintreten und alles zur Ertheilung des Bau-Consenses Erforderliche vorbereiten zu können.

Indem die unterzeichneten Behörden das Vorstehende zur Kenntniss des betheiligten Publicums bringen, knüpfen sie hieran die Bitte um recht genaue Beachtung dieser im Interesse der Haupt- und Residenzstadt unentbehrlichen Vorschriften.

Gesuche, welche denselben nicht entsprechen, werden ohne Weiteres zurückgegeben werden.

§ 5. Das Bau-Erlaubnissgesuch muss

a. eine genaue und vollständige Angabe der beabsichtigten Bauausführung,

b. die Bezeichnung des Baumeisters oder der Werkmeister, welche mit der Ausführung beauftragt und dafür verantwortlich sind, enthalten.

Polizei-Verordnung für Berlin vom 16. December 1871.

Mit der Einführung des metrischen Maasses und Gewichtes am 1. Januar 1872 wird dessen ausschliessliche Anwendung auch bei den an das Polizei-Präsidium gerichteten Anträgen auf Genehmigung gewerblicher Anlagen und auf Bau-Erlaubniss erforderlich.

Es werden deshalb vom 1. Januar 1872 ab Zeichnungen und Pläne nach dem alten Maass nicht mehr angenommen. Alle Bauzeichnungen sind im Maassstab von 1 : 100 einzureichen.

Für die Umrechnung der in der Bauordnung vorgeschriebenen Maasse wird noch bemerkt, dass an Stelle der Ruthe und des Fusses das Meter, an Stelle des Zolles das Centimeter tritt, dass alle Zahlen auf ganze Centimeter abzurunden sind, wobei Bruchtheile unter ein Halb zu vernachlässigen und von ein Halb, wie über ein Halb für voll zu rechnen sind.

Nur für Eisen-Constructionen wird die Berechnung bis auf Millimeter erforderlich. Die Festigkeits-Coëfficienten sind indessen auch hier nach Kilogramm und Quadrat-Centimeter zu wählen.

§ 6. Die Bau-Erlaubniss wird schriftlich ertheilt. Sie betrifft nur die polizeiliche Zulässigkeit des Baues und erfolgt unbeschadet etwaiger Rechte Dritter.

Verordnung des Königl. Polizei-Präsidiums vom 10. December 1865 betreffend die Aufbewahrung und Vorzeigung der Bau-Erlaubnisscheine und der dazu gehörigen Zeichnungen.

a. Bei Ausführung von Bauten ist der Bau-Erlaubnisschein mit den zu demselben gehörigen Duplicat-Zeichnungen bis nach erfolgter Abnahme des Rohbaues auf der Baustelle aufzubewahren und den revidirenden Beamten dort zu jeder Zeit auf Verlangen zur Einsicht vorzulegen.

b. Uebertretungen dieser Verordnung werden sowohl gegen den Bauherrn als gegen die ausführenden verantwortlichen Baumeister mit Geldbusse bis zu 10 Thlr., im Unvermögensfalle mit verhältnissmässigem Gefängniss geahndet.

Dem Gesuche sind die zur Erläuterung und Prüfung desselben erforderlichen Zeichnungen und Situationspläne, durch Unterschrift eines geprüften Baumeisters oder eines am hiesigen Orte angesessenen Maurer- oder Zimmermeisters beglaubigt, in doppelten Exemplaren beizufügen. Die Zeichnungen müssen nach einem Maassstabe von 10 Fuss auf mindestens einen preussischen Zoll angefertigt und colorirt sein. Das Gesuch ist sowohl von dem Bauherrn als auch von den, den Bau ausführenden Maurer- und Zimmermeistern zu vollziehen.

§ 7. Die in den Fällen der §§ 1 und 3 ertheilte Bau-Erlaubniss verliert ihre Giltigkeit, wenn innerhalb Jahresfrist, vom Tage der Aushändigung des Bau-Erlaubnissscheines ab gerechnet, mit der Bau-Ausführung nicht begonnen ist.

§ 8. Der Bauherr hat von der Vollendung jedes Rohbaues, bevor der Abputz der Decken und Wände beginnt, dem Polizei-Lieutenant seines Reviers Anzeige zu machen.

Ergänzungs-Verordnung zu § 8 vom 29. October 1856.

a. Kein Neu-, Reparatur- oder Veränderungsbau, zu dessen Ausführung nach § 1 der Baupolizei-Ordnung für Berlin vom 21. April 1853 die polizeiliche Erlaubniss erforderlich ist, darf in Benutzung genommen werden, bevor derselbe nicht nach seiner völligen Vollendung einer Revision unterworfen und die Benutzung von den Revisoren gestattet worden ist. Die Bestimmung des § 90 der Baupolizei-Ordnung wird hierdurch nicht geändert.

b. Die Revision wird von den Raths-Maurer- und Raths-Zimmermeistern bewirkt und in der Regel mit der Aufnahme der Taxe des Baues, behufs Versicherung desselben bei der städtischen Feuer-Societät verbunden; sie ist deshalb von den Interessenten bei dem General-Feuer-Herrn zu beantragen.

c. Wer die sub a genannten Bauten in Benutzung nimmt, bevor die sub b gedachte Revision stattgefunden hat, verfällt in eine Geldbusse bis zu 10 Thlr. oder im Falle des Unvermögens in verhältnissmässige Gefängnissstrafe.

Verordnung des Königl. Polizei-Präsidiums vom 4. Mai 1865 bestimmt in den hierher gehörigen §§.

a. Mit Bezug auf den § 8 der Baupolizei-Ordnung für Berlin vom 21. April 1853, Inhalts dessen der Bauherr von der Vollendung jedes Rohbaues, behufs Revision und Abnahme des letzteren, dem Polizei-Lieutenant seines Reviers Anzeige zu machen hat, wird bestimmt, dass der Rohbau als vollendet gilt, wenn die Eindeckung der Dächer erfolgt ist, und die etwa anzulegenden unverbrennlichen Treppen vollendet sind.

b. Indessen kann der Bauherr nach erfolgter Eindeckung der Dächer auch schon vor Vollendung der unverbrennlichen Treppen die Abnahme des Rohbaues verlangen, wenn er sich verpflichtet, die Kosten der späteren besonderen Abnahme der Treppen zu zahlen.

§ 10. Die Fluchtlinien für Gebäude und bauliche Anlagen an Strassen und Plätzen wird von dem Polizei-Präsidium bestimmt.

§ 26. Gebäude dürfen nur auf Grundstücken errichtet werden, welche von einer öffentlichen Strasse oder einem öffentlichen Platze eine hinreichende Zufahrt haben. Die letztere muss überall mindestens 17 Fuss (5,34 m) breit sein. Bei einer Tiefe des Grundstücks von 100 Fuss (31,39 m) muss die Breite der Durchfahrt 19 Fuss (5,96 m) und für jede 100 Fuss grössere Tiefe 2 Fuss (0,63 m) mehr betragen, bis ein Maass von 24 Fuss (7,43 m) erreicht ist. Auch soll es dem Eigenthümer gestattet sein, statt der Verbreiterung der Zufahrt auf je 100 Fuss (31,39 m) Länge einen Ausweicheplatz von 24 Fuss (7,43 m) im Quadrat anzulegen.

§ 27. In jedem Grundstück muss bei der Bebauung ein freier Hofraum von mindestens 17 Fuss (5,34 m) Länge und Breite verbleiben; Ausnahmen sind nur bei älteren, schon früher bebaut gewesenen Eckgrundstücken gestattet.

Ersatz-Verordnung des Königl. Polizei-Präsidiums für § 28 vom 13. Juli 1865, betreffend die Bauhöhe und die Construction der Mansardendächer in Berlin.

a. An Stelle vorhandener Gebäude dürfen neue in der Höhe der bisherigen wieder aufgebaut, neue Gebäude überall bis auf 36 Fuss (11,3 m) Fronthöhe errichtet werden.

b. Bei einer Strassenbreite von mehr als 36 Fuss (11,3 m) darf die Fronthöhe der Vordergebäude die Breite der vorliegenden Strasse nicht überschreiten. Bei Eckhäusern ist jedoch die zulässige Fronthöhe für beide Strassen nach der breiteren Strasse zu bemessen.

c. Unter Fronthöhe wird die senkrechte Höhe vom Pflaster des Bürgersteigs unmittelbar an der Frontmauer bis zur Oberkante des Hauptgesimses, und, wo eine Attika vorhanden ist, bis zu deren Oberkante verstanden. Wenn der Bürgersteig in der Länge der Frontmauer abfällt, ist die Höhe von dem höchst gelegenen Punkte des Pflasters aus zu messen.

d. Die über der zulässigen Fronthöhe liegenden Dächer dürfen an keiner Stelle über diejenige Linie vorstehen, welche durch die äussere Fläche der Frontwand in der höchsten zulässigen Fronthöhe gezogen, einen Winkel von 60° gegen den Horizont bildet. Giebelfenster, durchbrochene Ballustraden, Dach- und Mansarden-Fenster oder ähnliche Aufbauten, wenn sie an irgend einer Stelle über die bezeichnete, für die Neigung der Dachfläche vorgeschriebene Linie hervorragen sollen, bedürfen der besonderen, ausdrücklichen Genehmigung des Polizei-Präsidiums, welche nur dann ertheilt werden kann, wenn die vorspringenden Theile nicht massenhaft und im Ganzen nur von so geringer Bedeutung sind, dass der Zweck, genügenden Zutritt von Luft und Licht zu den Strassen zu verschaffen, dadurch nicht vereitelt wird.

Ersatz-Verordnung des Königl. Polizei-Präsidiums vom 12. März 1860, Abänderungen der §§ 28, 31 und 41 der Baupolizei-Ordnung betreffend.

Der § 31 der Baupolizei-Ordnung vom 21. April 1853 wird aufgehoben. An dessen Stelle treten folgende Bestimmungen:

Gebäude auf demselben Grundstück müssen mit den Fronten mindestens 17 Fuss (5,3 m) von einander entfernt bleiben. Giebel gegen Giebel und Giebel gegen Front dürfen sich bis auf 8 Fuss (2,5 m) einander nähern, insofern die Länge der Giebel 24 Fuss (7,5 m) nicht übersteigt. Eine geringere Entfernung ist zulässig, sofern mit massiven Wänden feuersicher, d. h. dergestalt gebaut wird, dass sich in den gegenüberliegenden Gebäudetheilen keine Oeffnungen befinden.

In der Regel sollen alle Gebäude hart an der Nachbargrenze, oder 17 Fuss (5,3 m) davon entfernt, errichtet werden; andern Falls gelten auch hier die vorstehenden Bestimmungen.

Ausnahmen von dieser Regel sind, abgesehen von den eigentlichen Höfen, bei welchen die Bestimmung des § 27 der Bau-Ordnung unverändert bleibt, nur dann zulässig, wenn durch Vereinbarung der nachbarlichen Grundbesitzer sicher gestellt ist, dass der Raum, welcher sich zwischen gegenüberliegenden Gebäuden zweier Grundstücke, die in geringerer Entfernung von der gemeinschaftlichen Grenze aufgeführt sind, befindet, mindestens 17 Fuss (5,3 m) breit, und so lange die Gebäude stehen, unbebaut bleibt.

Grundstücke, auf denen sich nur Vordergebäude befinden, bedürfen keiner Durchfahrt; sind aber Seiten- oder Hintergebäude vorhanden, so muss bei der Bebauung des Grundstücks auf mehr als 100 Fuss (31,4 m) Tiefe von der Frontlinie des Vordergebäudes ab gerechnet, eine zum Transport der Löschwerkzeuge geeignete, unbeschränkte Durchfahrt von mindestens 8 Fuss (2,5 m) Breite und 9 Fuss (2,8 m) lichter Höhe eingerichtet werden.

Hat ein Grundstück mehrere Höfe, so ist für jeden Hof eine solche Durchfahrt erforderlich.

§ 32. Die Umfassungswände und diejenigen inneren Wände der Gebäude, auf welchen Balken ruhen, sind massiv aufzuführen.

§ 40. Mauern, welche die Verbreitung des Feuers verhindern sollen (Brandmauern), müssen von Grund aus massiv aufgeführt werden.

§ 41. Wände, welche an des Nachbars Grenze stehen oder gegenüber dieser Grenze weniger als 17 Fuss (5,3 m) von derselben entfernt sind, gelten als Brandmauern, welche keine Oeffnungen erhalten dürfen.

§ 42. In ausgedehnten Gebäuden sind von 100 zu 100 Fuss (31,4 m) bis über das Dach hinausgehende Brandmauern erforderlieh, welche mit Ausnahme des im § 45 vorgesehenen Falles keine Oeffnungen erhalten dürfen.

§ 43. In denjenigen Gebäuden, deren Bestimmung einen grösseren freien ungetrennten Bewegungsraum erfordert, darf eine grössere Ausdehnung als 100 Fuss (31,4 m) gestattet werden, wogegen mit Rücksicht auf eine obwaltende besondere Feuergefährlichkeit die Anlegung von Brandmauern im Innern der Gebäude auch bei einer geringeren Länge als 100 Fuss (31,4 m) gefordert werden kann.

§ 44. Bei Theilung von Gebäuden unter zwei oder mehrere Besitzer muss jedes Gebäude besondere Brandmauern erhalten.

§ 45. In Brandmauern im Innern eines Gebäudes sind die zur Verbindung etwa erforderlichen Thüröffnungen ohne hölzerne Zargen anzufertigen, und mit von selbst zufallenden Thüren von Eisenblech zu versehen. In Wohnräumen bedarf es solcher eisernen Thüren nur im Dache.

§ 100. Die Breite anzulegender Bürgersteige soll in der Regel ein Fünftel der Strassenbreite und nicht über 20 Fuss (6,3 m) betragen. Auch hat jeder Grundbesitzer den Bürgersteig vor seinem Grundstück einschliesslich des Rinnsteins nach näherer Anweisung der Polizeibehörde zu pflastern und das Pflaster zu unterhalten.

Ergänzungs-Verordnung des Königl. Polizei-Präsidiums vom 17. Januar 1873 zu § 100, die Anlage, Verbesserung und Unterhaltung der Bürgersteige in Berlin betreffend.

a. Jeder Grundbesitzer ist verpflichtet, vor seinem Grundstück, dasselbe mag bebaut sein oder nicht, den Bürgersteig einschliesslich des Rinnsteins auf Anordnung des Königl. Polizei-Präsidii nach folgenden Bestimmungen anzulegen, zu verbessern und zu unterhalten.

b. Die Befestigung des Bürgersteigs hat ausser in den Fällen des Aufrufs

des Neu- und Umbaues durch Pflasterung, und, soweit erforderlich, mit Einlegung einer 1 Meter breiten Granitbahn zu erfolgen.

c. Das Königliche Polizei-Präsidium wird alljährlich nach Vereinbarung mit dem Gemeinde-Vorstande eine Reihe von zusammenhängenden Strassenstrecken öffentlich unter Angabe des Endtermins für die Ausführung ausrufen, in welchen die Herstellung des Bürgersteiges und des Strassengerinnes entsprechend den in den folgenden §§ getroffenen Bestimmungen zu erfolgen hat.

d. Vor jedem Grundstücke, auf welchem an der Strasse ein Neu- oder Umbau ausgeführt wird, müssen Bürgersteig und Strassengerinne gleichzeitig mit der Vollendung des Baues den in den folgenden §§ getroffenen Bestimmungen gemäss hergestellt werden.

Die für den Anschluss an die nachbarlichen Bürgersteige etwa erforderlichen Vorschriften werden in jedem einzelnen Falle von dem Königlichen Polizei-Präsidium ertheilt. (Folgen in weiteren Paragraphen detaillirte Vorschriften zur Ausführung der Bürgersteige.)

Im Anschluss an diese baupolizeilichen Vorschriften seien hier noch die Thesen mitgetheilt, welche zum Zweck einer eventuellen Verbesserung der bestehenden Bauordnungen von der in München 1875 tagenden Versammlung des Deutschen Vereins für öffentliche Gesundheitspflege aufgestellt wurden, und welche sich grossentheils anschliessen an die ähnlichen Thesen der ersten Versammlung des Verbandes der Architecten- und Ingenieurvereine in Berlin 1874:

Thesen über die hygienischen Anforderungen an Neubauten, zunächst in neuen Quartieren grösserer Städte.

I. Betheiligung der Aerzte und Bautechniker.

1. Um die nothwendigen hygienischen Anforderungen an neue Stadttheile und neue Wohnungen rechtzeitig und vollständig zur Geltung zu bringen, erscheint es nothwendig, dass in den verschiedenen, mit Entwerfung, Begutachtung, Genehmigung und Ueberwachung von Stadtbebauungsplänen und Einzelgebäuden betrauten Gremien sich neben Verwaltungsbeamten und Bautechnikern ein stimmberechtigter Arzt befinde.

II. Hygienische Anforderungen an die allgemeinen Anlagen.

2. Zur Erfüllung der hygienischen Anforderungen an die Wohnungen in neuen Stadttheilen ist die frühzeitige Aufstellung eines Bebauungsplanes erforderlich. Bei dieser Projectirung ist neben der Feststellung der Grundzüge aller Verkehrsmittel (Strassen, Locomotiv- und Pferdebahnen, Canäle) vor Allem der Gesichtspunkt festzuhalten, dass durch Zahl, Breite, Richtung und Höhenlage der Strassen und Plätze, sowie bei Anschüttungen derselben durch unbedingten Ausschluss jedweden nicht den hygienischen Forderungen entsprechenden Materials, der Reinheit und Trockenheit des Bodens,

dem hinreichenden Zutritt von Luft und Licht, sowie einer vollständigen Entwässerung und Wasserversorgung möglichst Vorschub geleistet werde.

3. Bei dieser Anlage mag auf Gruppirung verschiedenartiger Stadttheile (für Grossindustrie, Handel u. s. w.) Rücksicht genommen werden. Eine zwangsweise Zusammenlegung gewisser Arten von Gebäuden soll aber nur aus sanitarischen Rücksichten für Gewerbe eintreten dürfen.

4. Bei Feststellung des Bebauungsplanes ist, wenn man in dieser Hinsicht freie Hand hat, Rücksicht auf die Bodenbeschaffenheit und in Betreff der Richtung der Strassen auf die geeigneten Weltgegenden Rücksicht zu nehmen; am meisten empfehlen sich Südost-Nordwest-Strassen und Nordost-Südwest-Strassen. Für Westost-Strassen ist im Allgemeinen eine grössere Breite erforderlich als für Nordsüd-Strassen.

5. Um den Gebäuden und einzelnen Wohnungen genügend Luft und Licht zuzuführen, ist für entsprechende Breite der Strassen, mässige Höhe der Gebäude und richtiges Bebauungsverhältniss des Einzelgrundstückes Vorkehrung zu treffen. Da eine grösstmögliche Breite aller Strassen nothwendig sowohl die Zahl derselben vermindern als auch zu grosse Bauquartiere im Gefolge haben würde, so empfiehlt es sich, bei Entwerfung des Bauplanes Strassen von verschiedener Bedeutung, sonach auch von verschiedener Breite festzustellen, etwa a) grosse Verkehrsstrassen, Hauptadern des Verkehrs, b) Nebenverkehrsstrassen, aber von grosser Länge, c) kürzere Verbindungsstrassen. Für a) wird eine Breite von 30 Meter, für b) von 20 Meter, für c) von 12 Meter zu fordern sein.

6. Zur Erfüllung desselben Zweckes empfiehlt es sich, einzelne Bezirke oder Strassen vorzusehen, in welchen die offene Bebauung oder Vorgärten oder beides vereint als die Regel in Aussicht genommen werde.

7. Von vorn herein ist der ganze zu bebauende Stadttheil gleichzeitig mit der Ziehung der Strassenlinien in seiner zukünftigen Nivellirung festzustellen, mit besonderer Rücksicht auf Schutz gegen Ueberschwemmung, auf möglichst geringe Steigungen und zweckmässigste Entwässerungsanlage (Drainirung des Bodens und Entfernung des Schmutzwassers), letztere wiederum mit Beachtung möglichst erleichterten Anschlusses der einzelnen Grundstücke.

8. Bei der Entwässerungsanlage ist Gefälle, Grösse und Richtung auch darauf hin ins Auge zu fassen, ob weitere, später erst zur Bebauung gelangende Districte daran angeschlossen werden sollen

oder nicht. Die Verunreinigung der Wasserläufe ist möglichst zu verhüten.

9. Eine reichliche Wasserversorgung des in Aussicht genommenen Baubezirks, womöglich durch eine Quellwasserleitung, ist erforderlich. Privatbrunnen sind möglichst wenig in Aussicht zu nehmen.

10. Bei Stadterweiterungen ist auf Erhaltung und Neuschaffung öffentlicher Anlagen von Vegetation Bedacht zu nehmen.

III. Hygienische Anforderungen an die einzelnen Bauten.

11. Für alle einzelnen Bauten ist die Genehmigung der Pläne einzuholen, welche auf Grund einer vorgängigen Prüfung, ob in den vorgelegten Plänen neben den in Betreff der Solidität und Feuersicherheit erlassenen Vorschriften auch den hygienischen Genüge geleistet ist, ertheilt wird. Diese Genehmigung der Pläne ist für alle Bauten sowohl des Staates und der Gemeinde wie der Privaten erforderlich.

12. Hierbei ist (theilweise gestützt auf § 16 der Reichsgewerbeordnung vom 21. Juni 1869) auch darauf zu achten, dass auf keinem Grundstück Vorrichtungen getroffen werden, durch welche anderen Grundstücken oder den darauf befindlichen Gebäuden durch Erschütterung des Bodens Nachtheil zugefügt wird, oder durch welche Dämpfe, Gase, Gerüche, Russ, Staub und dergleichen in solcher Art oder Menge zugeführt werden, dass die Bewohner des Nachbargrundstückes nach Massgabe der gewöhnlichen Empfänglichkeit in ihrer Gesundheit gefährdet oder sonst ungewöhnlich belästigt oder die daselbst befindlichen Gegenstände erheblichem Schaden ausgesetzt werden, es wäre denn, dass sie von ausnahmsweise empfindlicher Natur sind.

Abtritte, Düngerstätten, Ställe, Brunnen und andere derartige Anlagen dürfen nur in solcher Entfernung von des Nachbars Grenze oder unter solchen Vorkehrungen angebracht werden, dass sie dem Grundstücke, den Gebäuden, Einfriedigungen und Brunnen des Nachbars keinen Schaden bringen.

13. Auch der Boden des einzelnen Grundstückes ist einer sorgfältigen Untersuchung zu unterziehen. Ist der Untergrund sumpfig oder sonst der Gesundheit nicht entsprechend, so ist derselbe, soweit nöthig, auszuheben und durch einen reinen, trockenen Grund, Sand, zu ersetzen. Im Allgemeinen wird es sich empfehlen, vor der Bebauung die Vegetationsschicht abzuheben.

14. Für genügende Entwässerung des Bodens, namentlich der

Gebäude und Höfe, ist zu sorgen; jede Verunreinigung des Bodens durch Versickerungsgruben und dergleichen, sowie überhaupt jede Aufspeicherung flüssigen oder festen Unraths ist durch allgemeine Anordnungen zu verhüten. Die Aufgabe raschester, vollständigster und gesundheitsgemässester Entfernung jeden Verbrauchswassers wird am besten durch ein regelrechtes Schwemmsielsystem erfüllt.

15. Der obligatorische Ausschluss der einzelnen Grundstücke, sobald sie bebaut werden, an die allgemeine Entwässerungsanlage ist in hygienischem Interesse geboten.

16. Dem Ortsstatut bleibt die Bestimmung vorbehalten, ob die menschlichen Excremente gleichzeitig mit dem Verbrauchswasser den Sielen zu überweisen, oder welche sonstige allgemeine Einrichtungen zu treffen sind, die sowohl jede Aufspeicherung der Excremente als auch jede Verunreinigung des Bodens und der Luft ausschliessen. In dieser Beziehung ist vorzugsweise die Aufstellung häufig zu wechselnder Tonnen, für grössere Gärten auch das Erdcloset zulässig, oder eine andere Vorrichtung, welche den gleichen Zweck erfüllt. Jedenfalls sind alle Gruben, auch gut gemauerte und cementirte, zu verwerfen.

17. Jede Wohnung, resp. Stockwerk muss einen Abort haben, der durch ein eigenes Fenster von aussen her Luft und Licht erhält.

Stalldüngergruben müssen undurchlässig, gut verschlossen und ohne Ueberlauf sein.

20. Auf gute Drainirung des Bodens und gutes, möglichst wenig hygroskopisches Baumaterial ist besonderes Gewicht zu legen; daneben können auch Luftgräben um das Haus, Isolirschichten in dem Mauerwerk und dergleichen zur Verhinderung des Aufsteigens der Feuchtigkeit in den Mauern nützlich bleiben.

22. In Betreff des zu bebauenden Raumes eines Grundstückes sind ebenfalls in der Richtung ortsstatutarische Bestimmungen zu erlassen, dass allen Wohn-, Schlaf- und zu sonstigem dauernden Aufenthalt von Menschen bestimmten Räumen Luftwechsel und freier Zutritt von Licht in genügendem Maasse gesichert bleibe und zwar durch einen Einfallswinkel des Lichtes von höchstens 45^0 Neigung gegen den Horizont.

24. Die Haushöhe an der Strasse soll die Strassenbreite nicht überschreiten. Unter Haushöhe ist zu verstehen das Maass von der Strassenoberfläche bis zur Decke des obersten Geschosses einschliesslich etwaiger steiler Mansardendächer und der halben Höhe eines etwaigen Giebels. Die Strassenbreite ist zwischen den beiden gegenüberstehenden Häuserfronten, einschliesslich etwaiger Vorgärten und

sonstiger unbebauter Räume zu rechnen. Ferner darf ein Privatgebäude überhaupt nicht mehr als fünf Geschosse, einschliesslich etwaiger Entresols und Mansardenwohnungen, enthalten.

II. Aufstellung des Bauplans.

Das hohe Interesse, welches die Hygiene an der Aufstellung eines systematischen Plans für jede Stadterweiterung nehmen muss, liegt auf der Hand. Ohne einen solchen Plan ist es nicht möglich, ein Strassennetz zu construiren, das den Anforderungen der Hygiene entspricht; die Anlage freier Plätze, die Entwässerung und Canalisirung des Baugrundes, die wünschenswerthe Construction der Häuserblocks u. s. w. lassen sich nicht ausführen, wenn zunächst ohne festen Plan hier und da gebaut wird, sondern alle diese Anforderungen können nur, wenn sie von Anfang an in den Bereich des Plans gezogen sind, eine solche Erledigung finden, dass die hygienischen Interessen des Einzelnen und der Gesammtheit gewahrt werden.

Trotzdem existirt noch keine bindende gesetzliche Vorschrift, dass für Städte, welche einer Erweiterung entgegensehen, frühzeitig ein entsprechender Bauplan aufgestellt werde (eine Ausnahme besteht nur für den Wiederaufbau abgebrannter oder sonst zerstörter Quartiere). Andererseits kann aber gemäss den oben angeführten gesetzlichen Bestimmungen die Bebauung des an die Stadt grenzenden Terrains, welches noch nicht für den öffentlichen Verkehr und den Anbau entsprechend hergerichtet ist, durch Ortsstatut verboten werden, und es ist zu wünschen, dass wenigstens durch ein derartiges Statut möglichst allgemein die willkürliche und nicht planmässige Bebauung verhindert werde (s. S. 12 u. 15).

Vor der Aufstellung eines Bauplans ist zunächst mit möglichster Sicherheit zu eruiren, ob und in welchem Umfange eine planmässige Stadterweiterung stattzufinden hat; an das Resultat einer solchen Erhebung muss sich der Bauplan möglichst eng anschliessen. Ist diese Vorfrage erledigt, so lassen sich die Grundzüge des Plans und die Eintheilung des Erweiterungsterrains in einige Hauptgruppen in Erwägung ziehen. Besondere Aufmerksamkeit ist endlich dem Zeitpunkt der Feststellung und Veröffentlichung des Bauplans zu widmen.[1])

---

1) Vergl.: Deutsch. Bauhandbuch. Berlin 1879. — Baumeister, Stadterweiterungen etc. Berlin, Ernst u. Korn, 1874. — Chalybäus, Anforderungen d. öff. Ges. an eine Bauordnung u. Wohnungsordnung f. d. Stadt Dresden. Dresden 1870. — Stenographische Berichte über d. Verhandlungen d. Generalversammlung deutsch. Architecten- u. Ingen.-Vereine zu Berlin 1874. Berlin 1875. — v. Hasel-

1. Umfang der Stadterweiterung.

Für die Nothwendigkeit einer Stadterweiterung bestehen verschiedene Kriterien, die durch fortlaufende statistische Beobachtungen gewonnen werden können. Zunächst weist schon jede ansehnliche Vermehrung der Bevölkerung auf eine Erweiterung der Stadtgrenzen hin. Aber bis zu einem gewissen Grade kann eine grössere Ausnutzung des vorhandenen Stadtgebiets zu Bauplätzen, Erhöhen der Häuser und stärkeres Zusammendrängen der Menschen in den vorhandenen Wohnungen der vermehrten Nachfrage begegnen. Eine Statistik der Bebauungsdichtigkeit und der Bewohnerzahl der Wohnungen würde in dieser Richtung Aufschlüsse geben können; doch ist es sehr schwer, einigermassen sichere Grenzzahlen festzulegen, über welche hinaus ein grösseres Zusammendrängen der Menschen unzulässig erscheint. Als sehr dicht bebaut darf ein Terrain gelten, wenn pro Kopf der Bevölkerung 10—20 □Meter Grundfläche entfallen; bei dichter Bebauung ist die Grundfläche pro Kopf 20—40 □Meter; bei mässiger Bebauung 40—80, bei geringer Bebauung über 80 □Meter. — Noch weniger brauchbare Werthe erhält man für die Zahl der Bewohner eines Hauses; dieselbe differirt in verschiedenen Städten ganz ausserordentlich; so kommen in London 8 Bewohner auf 1 Haus, in Berlin 32, in Paris 35, in Wien 55 Bewohner. Auch geben diese Zahlen kein richtiges Bild von der Dichtigkeit der Bewohnung, da die Grösse des bewohnten Raums nicht zu bemessen ist. Den genauesten Ausdruck würde eine Berechnung ergeben, welche den verfügbaren Luftraum pro Kopf der Bewohner feststellte; doch stösst eine solche Untersuchung auf zu grosse Schwierigkeiten und ist nur für sehr beschränkte Stadttheile ausführbar. Leichter festzustellen ist

berg, Anforderungen d. öff. Ges. an die Baupolizei in Bezug auf neue Stadttheile, Strassen u. Häuser. Vrtjschr. f. öff. Ges. Bd. 7. S. 59. — Strassmann, Anforderungen d. öff. Ges. an d. Baupolizei in Bezug auf neue Stadttheile, Strassen u. Häuser. Vrtjschr. f. öff. Ges. Bd. 7. S. 52. — Bürkli-Ziegler u. Varrentrapp, Referat etc. Vrtjschr. f. öff. Ges. Bd. 7. S. 97. — v. Rössler, Zur Bauart deutscher Städte. Dtsch. Bauztg. 1874. Bd. 39. S. 402. — Hofmann, Ueb. Bebauungspläne etc. Verh. d. V. f. öff. Ges. zu Magdeburg. Bd. 5. S. 24. — Bruch, Berlins bauliche Zukunft u. d. Bebauungsplan. Deutsche Bauztg. 1870. — Assmann, Der Bebauungsplan v. Berlin. Ztschr. f. Bauwesen 1871. — Baumeister, Die Stadterweiterung v. Strassburg. Deutsche Bauzeitung. Bd. 12. S. 343. — Orth, Die Stadterweiterung von Strassburg. Deutsche Bauzeitung. Bd. 12. S. 343. — Merbach, Stadtluft u. die Vegetation in grossen Städten. Jahresber. d. Ges. f. Nat.- u. Heilk. in Dresden 1873—74. S. 56. — Gutachten über einen Ortsbauplan für Braunschweig. Monatsbl. f. öff. Ges. Bd. 2. S. 49. — Sax, Der Neubau Wiens etc. Wien 1870. — Thomé de Gamond, Mémoire sur le projet d'agrandissement de Lisbonne. Paris 1870.

die Zahl der Wohnungen, welche nur 1 Zimmer und in diesem mehrere Bewohner enthalten; man erhält durch die Zählung derselben einen Einblick in die Wohnungsverhältnisse desjenigen Theils der Bevölkerung, der schliesslich immer am deutlichsten von einem Mangel an Wohnungen getroffen wird. So fanden sich beispielsweise in Berlin 1871 etwa 250 Wohnungen von je 1 Zimmer und mit je 10 bis 20 Menschen; 11 % aller Wohnungen enthielten mehr als 5 Köpfe auf je 1 Zimmer.

Sobald solche Zahlen sich ergeben, die sich offenbar in keiner Weise mehr mit den hygienischen Forderungen decken lassen, erscheint eine Erweiterung der Stadt unbedingt geboten; es erübrigt alsdann nur noch, auch über den Umfang der nothwendigen Erweiterung sich Klarheit zu verschaffen. Dies ist dadurch möglich, dass man die jährliche Bevölkerungszunahme und die nach einem gewissen Zeitraume demnach zu erwartende Einwohnerzahl berechnet und die oben angegebenen Zahlen für die Bebauungsdichte in Betracht zieht.

Vorausberechnungen der Bevölkerungsziffer für zukünftige Jahre oder Jahresperioden lassen sich mit mehr oder minder grosser Wahrscheinlichkeit aufstellen auf Grund der während des letztverflossenen Zeitraums jährlich festgestellten Bevölkerungszahl.[1] Man kann zunächst die ideelle Zunahme der Bevölkerung construiren; und zwar erfolgt diese nach dem Gesetz der Zinseszinsrechnung, nach der Formel

$$k_n = k_0 \left(1 + \frac{q}{100}\right)^n,$$

wonach k_n die Bevölkerungszahl nach n Jahren,
k_0 die ursprüngliche Einwohnerzahl,
q die Jahresprocente,
n die Anzahl der Jahre

bedeutet. Die nach dieser Formel zunächst mit beliebigem Werth für q berechneten theoretischen Einwohnerzahlen stellt man dann in Form einer Curve dar, indem man die Jahre als Abscissen und die ihnen zukommenden Bevölkerungsziffern als Ordinaten aufträgt.

Nun fügt man in demselben Diagramm eine Curve hinzu, welche die wirklichen Bevölkerungszahlen als Ordinaten enthält.

Zwischen der ideellen und der reellen Curve wird alsdann meistens eine erhebliche Abweichung bestehen, und man wird andere Werthe für q einsetzen müssen, bis die beiden Curven sich möglichst genau an einander schliessen, resp. bis die Summe der Abweichungs-

---

1) Vgl. Thiem, Die Wasserversorgung der Stadt Leipzig. Leipzig 1879.

quadrate, $\Sigma (E_n - k_n)^2$, wo E_n die wirkliche Bevölkerungszahl bedeutet, ein Minimum wird. Findet man, dass die Zählungscurve und die Wahrscheinlichkeitscurve sich einander sehr nähern, öfter schneiden und nirgends bedeutende Abweichungen zeigen, so ist die Annahme berechtigt, dass die Bevölkerungszunahme wirklich in der berechneten Weise erfolgen werde. Ist dagegen das Anwachsen der Einwohnerzahl in den Beobachtungsjahren sprungweise geschehen, so wird sich keine wahrscheinliche Curve construiren lassen und das Endresultat kann erheblich schwanken. Dennoch werden solche Vorausberechnungen in den meisten Fällen für die Aufstellung eines Erweiterungsplans genügen, so weit dieser nur in groben Umrissen angelegt wird.

Um aus der zu erwartenden Einwohnerzahl die nöthige Terraingrösse zu berechnen, theilt man das vorhandene städtische Gebiet in mehrere Zonen und bestimmt deren Bewohnungsdichtigkeit. Man findet dann nach der Peripherie hin allmählich abnehmende Zahlen; im Centrum etwa auf 25 □Meter 1 Einwohner, in der nächsten peripherischen Zone auf 40—50 □Meter 1 Einwohner und so fort. Für die neuveranlagten Stadttheile wird man im Allgemeinen höchstens die mittleren Ziffern zu Grunde legen dürfen.

Handelt es sich nur um die vorzugsweise Vermehrung der Bevölkerung eines einzelnen Stadttheils und um dessen Erweiterung, so sind im Ganzen die Vorausberechnungen nach denselben Methoden anzustellen.

2. *Grundzüge der Plangestaltung.*

Die Feststellung des Umfangs der nothwendigen Stadterweiterung genügt meistens noch nicht für die Aufstellung des Plans. Häufig wird man vielmehr noch eine qualitative Scheidung der Bevölkerung vornehmen und danach den Plan besonders gestalten müssen. Im wesentlichen lassen sich 3 grosse Gruppen von Bewohnern unterscheiden, die an ihre Wohnungsquartiere besondere Anforderungen stellen, und deren Scheidung bis zu einem gewissen Grade im Interesse Aller liegt. Die erste Gruppe bildet die Grossindustrie, mit ihren Fabriken, deren Lärm und belästigenden Ausdünstungen, mit ihren umfangreichen Räumlichkeiten, ferner mit den Arbeiterquartieren, soweit keine evidenten hygienischen Nachtheile deren Anlage in unmittelbarer Nähe der Fabriken verbieten. Für diese Gruppe ist eine peripherische Lage indicirt wegen der bedeutenden zu gewährenden Räumlichkeiten; ferner weil dort am unmittelbarsten der Anschluss an die grösseren Verkehrswege, Eisen-

bahnen und Wasserstrassen gewährt werden kann; und namentlich wird gern die östliche Peripherie der Stadt für diese Anlagen verwendet, weil in unserem Klima und bei der durchschnittlich herrschenden Windrichtung die übrige Stadt dann am wenigsten unter dem Rauch und den Ausdünstungen der Fabriken zu leiden hat. Die zweite Gruppe umfasst die Gewerbtreibenden ohne grössere Fabrikräume und den Detailhandel. Diese bedürfen weniger Raum, vertragen aber meist keine peripherische Lage, sondern bedürfen zum Absatz ihrer Artikel einer nahe dem Stadtinnern gelegenen Wohnung. Drittens endlich kommen diejenigen in Betracht, die ihre Beschäftigung ausser dem Hause haben, oder die vorzugsweise geistig beschäftigt sind, oder keinen ausgesprochenen Beruf haben. Die Mehrzahl von ihnen ziehen Wohnungen in freier Lage, bis zur äussersten Peripherie hin, vor. — Bei einer Vermehrung der Bevölkerung werden nun gewöhnlich nicht alle 3 Gruppen gleichmässig betroffen; oft handelt es sich lediglich um eine starke Vermehrung der Industrie, zuweilen ist eine der anderen Gruppen vorzugsweise betheiligt. Bei der Plangestaltung wird man diesen Umstand möglichst berücksichtigen müssen und zuweilen nur nach einer Richtung eine theilweise Stadterweiterung projiciren, die dann vollständig dem Bedürfnisse genügt.

Handelt es sich um eine alle Berufsklassen betreffende Vermehrung, so muss die Anordnung des Plans wo möglich in zwangloser Weise die Gruppirung der neuen Bevölkerung bewirken. Dadurch, dass man ein peripherisches Viertel in unmittelbarster Nähe der Schienen- und Wasserwege und in grossen Dimensionen anlegt, dass man andererseits Vorstädte mit landschaftlichen Reizen und möglichst gesunder Lage abzweigt, führt man eine natürliche Vertheilung der Bevölkerung herbei, die den Interessen der Hygiene und der Annehmlichkeit am meisten entspricht.

Ist eine derartige Gruppirung nicht scharf durchführbar, so tritt ein anderer Gesichtspunkt in den Vordergrund. Man muss nämlich so viel als möglich darüber schlüssig zu werden suchen, ob die neuen Stadtheile eigene Centren haben sollen, ob also im Allgemeinen eine Decentralisation anzustreben ist, oder ob auch fernerhin das Centrum der Stadt den Kern bilden soll, um den sich äussere Theile möglichst dicht gruppiren. Vom hygienischen Standpunkt aus ist einem decentralisirenden Project gewöhnlich der Vorzug zu geben, weil dasselbe den einzelnen Wohnungen weit mehr Raum gewährt, das Zusammendrängen der gesammten Bevölkerung gegen das Centrum hin verhindert und so die Zufuhr von Luft und Licht stets in

weit ergiebigerem Maasse gestattet, als bei einem centrirten System. Aber andererseits ist nicht überall eine Decentralisation durchführbar; es gehört dazu, dass natürliche Verkehrscentren in den peripherischen Stadttheilen sich anlegen lassen, und dass so in völlig zwangloser Weise das Hinströmen der Bewohner nach dem Centrum beseitigt wird. Gelingt eine solche natürliche Entlastung nicht, so würde es ein Fehler sein, auf einer grossen Ausdehnung der peripherischen Stadttheile nebst unzureichender Verbindung mit dem Centrum zu bestehen; der grössere Theil der Bevölkerung würde das zugewiesene, unpassende Baugebiet vermeiden, sich nach wie vor in der Nähe des Kerns zusammendrängen, und die neuen peripherischen Theile würden als Nothbehelf hauptsächlich vom Proletariat benutzt werden. — Namentlich bei kleineren Städten scheint daher eine Beibehaltung des Centralsystems zweckmässiger zu sein; wo überhaupt kein eigentliches Centrum existirt, ist dann der ganze dichter bewohnte Kern der Stadt als natürlicher Mittelpunkt zu betrachten. Dagegen gelingt eine sehr vollständige Decentralisation bei solchen grossen Städten, in denen sehr verschiedene Berufszweige sich zusammengedrängt und entsprechend ihren natürlichen Bedürfnissen zu mehreren, räumlich weit getrennten Centren vereinigt haben; hier ist es dann Aufgabe des Stadterweiterungsplans, die Centrenbildung an verschiedenen Theilen der Stadt und auch der Peripherie möglichst zu unterstützen. Namentlich häufig wird die oben erwähnte Gruppirung nach Industrie, Handel und sonstigen Berufsklassen sich mit einer solchen Decentralisirung vereinigen lassen. Beispielsweise bildet in Berlin der westliche Theil das Centrum für das geistige Leben, für die Regierungsbehörden u. s. w.; im Osten und im Norden hat sich die Grossindustrie etablirt; im eigentlichen Stadtinnern der Grosshandel; für das Kleingewerbe und den Kleinhandel bestehen fast in jedem Stadtviertel besondere Centren. Die Erweiterung der Stadt behält in ihren einzelnen Theilen fast durchweg den Charakter der angrenzenden Stadtgebiete bei.

Ist keine allgemeine Stadterweiterung nothwendig, sondern nur eine theilweise, so wird, wie oben erwähnt, die Richtung derselben häufig dadurch bestimmt, dass nur eine gewisse Gruppe der Bevölkerung die Vermehrung veranlasst und dann das für diese geeignetste Terrain ausgesucht werden muss — so für eine wachsende Grossindustrie die Nähe der Verkehrswege und Verkehrscentren u. s. w. Oft wird es sich indess auch ereignen, dass die Zunahme der Bevölkerung keine specielle Gruppe betrifft, aber dass das beschränkte Maass der Zunahme oder aber die besondere Lage der Stadt eine

Erweiterung nur in einer bestimmten Richtung erforderlich erscheinen lässt; alsdann ist z. B. zu erwägen, welches Terrain bezüglich seiner Höhenlage, seiner Grundwasserverhältnisse die besten hygienischen Verhältnisse bietet und den geringsten Aufwand an Canalisirungsarbeiten erfordert; ferner ist aufgeschütteter oder seit langer Zeit durch Ablagerungen von Abfallstoffen verunreinigter Boden auszuschliessen; weiter sprechen aber auch Rücksichten nicht direct hygienischer Art mit, z. B. die Frage, ob das gewählte Terrain leicht mit Nahrungsmitteln versorgt werden kann, ob es eine der Hauptverkehrsstrassen nach aussen in sich aufnimmt u. s. w.

Es ist leicht ersichtlich, dass keine allgemein gültigen Schemata für die erste Eintheilung und Gruppirung des Plans gegeben werden können; je nach Lage des Specialfalls werden vielmehr Abweichungen eintreten müssen, die sich durch entsprechende Würdigung der aufgezählten einschlägigen Factoren leicht ergeben werden.

3. Zeitpunkt der Aufstellung des Plans.

Sobald die Kriterien für die Nothwendigkeit einer Stadterweiterung vorhanden sind, kann die Aufstellung des Plans nicht früh genug erfolgen; und bis zu der Fertigstellung desselben sollten möglichst wenig Bauconcessionen in der Peripherie ertheilt werden. Man könnte zwar einwenden, dass durch eng gezogene Schranken die Baulust herabgedrückt und eine schleunige Befriedigung der Nachfrage nach Wohnungen verhindert werden könnte; dass ferner die Preise für die in den Bauplan aufgenommenen Grundstücke erheblich steigen und auch dadurch die Baulust beeinträchtigen würden. Diese Consequenzen werden aber nur dann eintreten, wenn sofort eine derartige Detaillirung des Plans vorgenommen wird, dass die einzelnen Häuserblocks, alle Nebenstrassen u. s. w. festgelegt sind. Eine solche Detaileintheilung ist auf eine entferntere Zukunft hin gar nicht zu übersehen, und würde die Gefahr mit sich bringen, demnächst Aenderungen am Plan vornehmen zu müssen, welche Einzelnen bedeutenden pecuniären Schaden bringen und der Allgemeinheit das Vertrauen in die Zweckmässigkeit des ganzen Plans nehmen.

Dagegen kann eine in grossen Zügen gehaltene Gruppirung des Plans, welche nur die Richtung und Ausdehnung des Terrains, einige Hauptstrassenzüge und einige öffentliche Plätze, ferner die Dampfbahn- und Pferdebahnlinien festlegt, die Detailausarbeitung aber der Zukunft überlässt, ohne Gefahr einer demnächstigen Aenderung vorgenommen werden; und die möglichst frühe Ausarbeitung eines solchen Planschemas ist entschieden eines der wirksamsten Mittel, um

den Eintritt der eigentlichen Wohnungsnoth zu verhindern. Wie sich eine solche Wohnungsnoth mit ihrem unausbleiblichen Gefolge schwerer hygienischer Schäden und langdauernder socialer Missstände gerade auf Grund des Fehlens eines systematischen Stadterweiterungsplans ausbildet, ist leicht zu übersehen. Findet ein stärkerer Zuwachs von Bevölkerung statt, so sucht im Grossen und Ganzen die Herstellung von Neubauten gleichen Schritt zu halten; ist nun die Möglichkeit einer Stadterweiterung von der massgebenden Behörde noch nicht eingehend ins Auge gefasst worden, so wird wenig Neigung bestehen, ausserhalb der Grenze Bauerlaubniss nachzusuchen, und ebensowenig wird eine Nachfrage nach den etwaigen so hergestellten, ohne ausreichende Verbindung mit dem Centrum, ohne Drainirung und Canalisirung des Terrains, ohne Vorausbestimmung der Nachbarstrassen gebauten Wohnhäusern sein — es entstehen im besten Falle Complexe von primitivstem Vorstadtcharakter, in denen sich der ärmste Theil der Bevölkerung ansiedelt, die schon deshalb ohne jeden Comfort ausgebaut werden und die bei einer demnächstigen planmässigen Stadterweiterung schwer zu beseitigende und zu regulirende Hemmnisse bilden. Möglichste Ausnutzung des im Stadtgebiete vorhandenen Bauterrains und der fertigen Wohnhäuser wird daher so weit wie irgend möglich die vermehrte Nachfrage nach Wohnungen zu decken suchen. Dabei werden die Preise sich steigern, die Forderungen der Wirthe in jeder Beziehung schwerer erfüllbar werden; häufiger Wechsel der Wohnungen wird an der Tagesordnung sein, und die gesammten Unkosten für das Wohnungsbudget gehen immer mehr in die Höhe. Dazu kommt, dass der Hauptsache nach gerade der ärmste Theil der Bevölkerung von diesen Härten betroffen wird, und zwar in um so höherem Grade, als mit dem raschen Wachsthum der Bevölkerung auch die Wohlhabenheit und die Ansprüche der besser situirten Klassen steigen, und ein grösseres Maass von disponiblen Wohnungen von diesen in Beschlag genommen wird als früher. In der geschilderten Weise ist in den meisten modernen Städten innerhalb der letzten Jahre das Schreckgespenst der Wohnungsnoth aufgetreten, und es ist wohl nicht zu bezweifeln, dass dasselbe zum grossen Theil hätte vermieden werden können, wenn frühzeitig Stadterweiterungspläne vorgelegen hätten, die eine ausgiebige Bebauung des Aussenterrains veranlassen und die Baulust in die richtigen Bahnen lenken konnten.

Einen sehr zweckmässigen Ausdruck finden die bezüglich der Aufstellung des Plans zu empfehlenden Grundsätze in folgenden Resolutionen der 1. Versammlung des Verbandes der deutschen Architekten- und Ingenieur-Vereine in Berlin 1874:

1. Die Projectirung von Stadterweiterungen besteht wesentlich in der Feststellung der Grundzüge aller Verkehrsmittel: Strassen, Pferdebahnen, Dampfbahnen, Kanäle, die systematisch und deshalb in einer beträchtlichen Ausdehnung zu behandeln sind.

2. Das Strassennetz soll zunächst nur die Hauptlinien enthalten, wobei vorhandene Wege thunlichst zu berücksichtigen, sowie solche Nebenlinien, welche durch locale Umstände bestimmt vorgezeichnet sind. Die untergeordnete Theilung ist jeweils nach dem Bedürfniss der näheren Zukunft vorzunehmen oder der Privatthätigkeit zu überlassen.

3. Die Gruppirung verschiedenartiger Stadttheile soll durch geeignete Wahl der Situation und sonstiger charakteristischer Merkmale herbeigeführt werden, zwangsweise nur durch sanitarische Vorschriften über Gewerbe.

III. Herrichtung des Terrains.

Den ersten Schritt zur Ausführung des Bauplans bildet die Umwandlung des gewählten Terrains zum Wohnboden.

Die Anforderungen, welche die Hygiene an einen zum Bebauen und Bewohnen tauglichen Boden stellt, sind sehr mannichfaltig und zum Theil schon in dem Abschnitt „Wohnung“ besprochen. Wie beim Baugrund für das einzelne Haus, so ist auch bei der Auswahl eines grösseren Bauterrains zu beachten, dass die Lage wo möglich frei ist, höchstens nach einer Seite hin durch Berg oder Wald gegen Wind geschützt, keinesfalls aber in einem Kessel mit stagnirenden Luftschichten. Der Boden soll selbstverständlich einigermassen rein von Abfallstoffen sein; namentlich bei der Ebenung des Terrains ist darauf zu achten, dass das Material, welches zu Aufschüttungen verwendet wird, hygienisch unverdächtig ist. Es wurde bereits oben darauf hingewiesen, wie oft unter gänzlicher Vernachlässigung hygienischer Principien Schutt und Abfälle aller Art benutzt werden, um den directen Untergrund der Wohngebäude zu bilden. Besondere Schwierigkeiten erfordert dann aber noch die Entwässerung des Bodens, die Anlage von Kanälen zur Abführung des Regen- und Brauchwassers und event. zur Entfernung der Excremente, und endlich die Wasserversorgung des Terrains. Die letztgenannten An-

lagen sind im hygienischen Interesse, nicht minder aber auch im Interesse der Reinlichkeit und des Lebensgenusses unabweisliches Bedürfniss jeder modernen Stadt; ein neuer Stadttheil, der ungenügend entwässert wäre oder des Vortheils einer leichten Entfernung der Abfallstoffe und einer ausreichenden Wasserversorgung entbehrte, würde nur wenig Bewohner anzulocken vermögen und keinesfalls in der erwarteten Weise auf andere überfüllte Stadttheile entlastend wirken.

Zu unterscheiden ist bei den genannten wichtigen Arbeiten zunächst die Trockenlegung eines zu feuchten Bodens; sodann die in allen Fällen vorzunehmende Kanalisirung; und drittens die Vorarbeiten zu einer Wasserversorgung.

1. Trockenlegung von feuchtem Boden.

Ein zu feuchter Boden ist vom hygienischen Standpunkt aus als völlig ungeeignet zur Bewohnung zu betrachten; Häuser, die auf solchem Terrain erbaut werden, zeigen die bereits geschilderten Nachtheile feuchter Wohnungen; und ausserdem pflegt solcher Boden sehr häufig die Entwicklung von Malariakrankheiten zu begünstigen.

Die Neigung zur Sumpfbildung kann auf verschiedenen Ursachen beruhen, deren jede ein anderes Verfahren der Trockenlegung erfordert. Entweder gehört das Terrain zu dem Ueberschwemmungsgebiet eines Flusses, und von letzterem aus erfolgen von Zeit zu Zeit Inundationen. Alsdann kann oft durch eine Regulirung des Flusslaufs geholfen werden, wobei sich ausserdem noch Uferländereien in nutzbares Land umwandeln lassen. Zuweilen können kleinere Wasserläufe auch ganz zugeschüttet werden, doch ist dies nur dann ohne Nachtheil statthaft, wenn der Fluss nicht den natürlichen einzigen Abfluss von Grund- oder Regenwasser darstellt. In den meisten Fällen, namentlich wo grössere Ströme vorliegen, führen beide Mittel nicht zum Ziele, und man muss entweder zur Eindeichung des gefährdeten Terrains oder zur Erhöhung des gesammten Niveaus schreiten. Vom hygienischen Standpunkt sowohl wie im Interesse des Verkehrs sind eingedeichte Landstrecken mit ihrem beschränkten Luftwechsel, ihrer schwierigen Trockenhaltung und ihren sparsamen Ein- und Ausgangsöffnungen möglichst zu vermeiden, und behufs der Herrichtung zum Bauterrain möglichst eine Aufschüttung des ganzen Gebietes anzustreben.

Zweitens kommt eine sumpfige Bodenbeschaffenheit vor in Folge eines abnorm hohen Grundwasserstandes, und zwar ist diese Ursache die weitaus häufigste. In jedem Terrain, das zu Bauplätzen be-

stimmt ist, muss daher zunächst eine genaue Messung der Grundwasserstände in der Weise vorgenommen werden, dass das allgemeine Verhalten der undurchlässigen Schicht und des Grundwasserniveaus festgestellt, also eine Karte des Untergrunds aufgenommen wird; und dass ferner namentlich die maximale Höhe des Grundwasserstandes innerhalb eines längeren Zeitraums bestimmt wird. Dieser maximale Grundwasserstand darf niemals die Kellersohle der anzulegenden Gebäude berühren, welche letztere im Durchschnitt bis 1,5 resp. 2 Meter unter die Erdoberfläche herabreicht. Wo also der Abstand zwischen maximalem Grundwasserstand und Bodenoberfläche weniger als 2 Meter beträgt, ist dieser Abstand künstlich zu vergrössern. Dazu bleiben wiederum 2 Mittel: entweder kann das Terrain erhöht werden oder man kann das Grundwasserniveau senken. Das erstere Verfahren ist das zeitraubendere und kostspieligere; dennoch wird man unter Umständen auf dasselbe recurriren müssen, weil die Senkung des Grundwasserspiegels nicht in allen Fällen anwendbar ist. Ist die Masse des Grundwassers sehr gross und sind namentlich die Zuflüsse desselben sehr mächtig, so kann eine Ableitung nicht in demselben Maasse stattfinden, wie der Zufluss, der jede Niveaudifferenz sofort wieder ausgleicht; gegenüber einem solchen unterirdischen Strome sind selbst die grössten Kanäle wirkungslos. Ebenso kann der Oertlichkeit die Gelegenheit fehlen zur Fortschaffung des abgeleiteten Wassers; und auch dann muss von diesem Mittel zur Trockenlegung Abstand genommen werden. Recrutirt sich dagegen das Grundwasser grossentheils aus den Niederschlägen eines begrenzten Terrains, so ist eine künstliche Senkung des Wasserspiegels leicht ausführbar und fällt dann meist zusammen mit der Anlage von Kanälen, die zur Ableitung des Brauch- und Regenwassers angelegt werden.

Drittens kann eine feuchte, sumpfige Beschaffenheit der Bodenoberfläche dadurch entstehen, dass dichte, schwer durchlässige Bodenschichten von geringem Gefäll an der Oberfläche liegen, und dass dadurch leicht stagnirende Ansammlungen von Meteorwasser, meist von begrenzter Ausdehnung, gebildet werden. Vorkehrungen zur raschen Ableitung der Niederschläge, wie sie auch ohne solche Eigenthümlichkeiten des Terrains für jedes Bauviertel erforderlich sind, bringen hier leichte Abhilfe.

Zu erwähnen ist noch ein anderes Mittel, welches man zuweilen angewendet hat, um ein sumpfiges Terrain auszutrocknen. Es bebesteht dies in dem Anpflanzen rasch wachsender Pflanzen. Dazu eignen sich namentlich die Sonnenblumen (Helianthus annuus), oder

der Wild- oder Indianer-Reis (Zizania aquatica), oder endlich der blaue Gummibaum (Eucalyptus globulus), welch letzterem ausserdem noch specifische fiebervertreibende Wirkung zugeschrieben wird. Derselbe wächst auch in unserer Gegend ausserordentlich rasch und soll während dieses Wachsthums sehr bedeutende Wassermengen dem Boden entziehen und durch Abdunstung wieder verlieren. Auch die japanische Paulownia imperialis scheint sich diesen austrocknenden Pflanzen anzureihen.[1]) — Die Anwendbarkeit derselben für die Herstellung eines Bauterrains ist naturgemäss eine sehr beschränkte; ihre Anpflanzung würde den eigentlichen Meliorationsarbeiten nur vorausgehen können oder würde sich auf Gebiete erstrecken, die dem Bauterrain benachbart, aber nicht eigentlich zum Bau bestimmt sind.

2. *Kanalisirung.*

Auch wenn keine sumpfige Beschaffenheit des zur Erweiterung bestimmten Terrains vorliegt, werden Kanäle angelegt werden müssen und zwar zur Ableitung des Brauch- und Regenwassers. Offene Gräben und Rinnsteine zur Entfernung des Regenwassers reichen in den seltensten Fällen aus, weil das nöthige Gefälle nur an einzelnen Stellen vorhanden zu sein pflegt. Vorkehrungen zur Ableitung des Brauchwassers sind aber ausserdem unbedingt erforderlich, seit nachgewiesen ist, dass die mit den Abwässern des Haushalts, auch ohne dass diese mit Excrementen vermengt sind, erfüllten Schwind- und Versitzgruben den Boden ausserordentlich verunreinigen, durch Ausdünstungen in empfindlicher Weise belästigen, eventuell zur Verbreitung von Krankheiten Anlass geben und so die modernen Ansprüche an Reinlichkeit und Comfort und die Forderungen der Hygiene nicht erfüllen. Meistens sind ausserdem neue Stadttheile mit der Wohlthat einer Wasserleitung versehen; und den durch diese bewirkten, erheblich grösseren Consum an Wasser vermag der Boden meist ebensowenig aufzunehmen, als offene Rinnsteine mit geringem Gefälle denselben hinreichend rasch beseitigen können. — Bedingung für die Ausführbarkeit der Kanäle ist die Möglichkeit einer raschen Entfernung des Kanalinhalts; am leichtesten ist diese durch einen nahegelegenen Fluss von nicht zu geringer Wassermasse gegeben, dem in den weitaus meisten Fällen solcher Kanalinhalt ohne jedes Bedenken übergeben werden kann. Bei mangelhaftem Gefäll würde für einzelne Theile des Kanalnetzes eine künstliche Hebung des

1) Göppert, Ueber einige den Boden austrocknende Pflanzen. Viertelj. f. öff. Ges. IX. S. 718.

tiefer ausmündenden Kanalinhalts in den höher gelegenen Fluss statthaben müssen. — Da die Kanäle für Abführung des Brauchwassers nöthig, für Entfernung des Regenwassers wünschenswerth sind, so werden praktisch für diese beiden Zwecke die Kanäle gemeinschaftlich gebaut, wobei es vortheilhaft ist, dass die meteorischen Niederschläge häufig eine natürliche zeitweise Spülung der Kanäle veranlassen.

Bezüglich der Ausführung der Kanäle muss auf den speciellen Abschnitt „Entfernung der Abfallstoffe" verwiesen werden; hier sei nur noch erwähnt, in welcher Weise die in einem bestimmten Stadtbezirk zu bewältigenden Mengen an Brauch- und Meteorwasser zu berechnen sind; je nach dem Ergebniss dieser Rechnung würden die Dimensionen des Kanalnetzes zu bemessen sein. Man sucht die zu bewältigende Flüssigkeitsmasse in C.-M. pro Secunde auszudrücken; an Haus- und Verbrauchswasser rechnet man pro Kopf der supponirten Bevölkerung und pro 24 Stunden 0,08—0,15 C.-M. Die Hälfte dieser Menge wird in 9 Tagesstunden verbraucht und in diesen also das Maximum den Kanälen übergeben, auf welches dieselben einzurichten sind; folglich pro Kopf und Secunde 0,000 001 24 bis 0,000 002 31 C.-M. — Bei mittlerem Regen fällt in unseren Klimaten in 24 Stunden eine durchschnittliche Menge von 23,33 Millim. Davon fliesst etwa die Hälfte oberflächlich ab und gelangt demnächst in die Kanäle, die Hälfte wird vom Boden aufgesogen oder verdunstet. Folglich ist dann pro □Meter Grundfläche in 1 Sec. 0,000 000 135 C.-M. Wasser durch die Kanäle abzuführen. Für aussergewöhnliche Regengüsse pflegt man Nothauslässe zum nächsten Flusse anzulegen. Je nach den localen Verhältnissen werden die angeführten Zahlen zu modificiren sein; die Berechnung der Kanalgrösse erfolgt auf Grundlage solcher Zahlen nach feststehenden Formeln.

Ferner ist noch zu beachten, dass die Kanäle in der Regel gleichzeitig eine beträchtliche Senkung des Grundwasserspiegels veranlassen. Als geringste Differenz zwischen Strassenniveau und Kanalhöhe pflegt man etwa 2,5—3 Meter anzusetzen. Selbstverständlich sind Vorrichtungen an den Zuleitungsröhren aus den einzelnen Häusern, durch welche ein Rückstau von den überfüllten Kanälen aus in die Keller der Häuser vermieden wird.

Während für die bisher genannten Massregeln zur Herrichtung des Terrains fast überall eine zwingende Nothwendigkeit vorliegt, ist bezüglich der Vorkehrungen zur Fortschaffung der Excremente eine gewisse Auswahl unter verschiedenen Methoden möglich. Wo Kanäle einigermassen leicht ausführbar sind, werden Ableitungen für Regen- und Brauchwasser vermuthlich jedenfalls vorhanden sein; und es liegt dann nahe, auch die Excremente in derselben Weise abzuführen; dazu würde ein Schwemmkanalsystem nöthig sein mit gutem Gefäll, reichlicher Spülung und der Möglichkeit zur raschen Beseitigung des Kanalinhalts. Die letztere Möglichkeit ist in einem Fluss mit grosser Wassermasse gegeben, dessen Wasser durch die

Aufnahme des Kanalinhalts nicht merkbar alterirt werden kann; oder aber in einem geeigneten Rieselterrain. Bei der Einleitung in einen Fluss wird man die Ausmündungsstelle als fixen Punkt ansehen müssen; eine zu grosse Tieflage derselben im Flussbett würde keinen dauernd freien Abfluss ermöglichen; und einem künstlichen Hinüberpumpen des gesammten Kanalinhalts in den höher gelegenen Fluss tritt die grosse, nur mit erheblichsten Kosten zu bewältigende Wassermasse hindernd in den Weg. Es fragt sich also, ob zwischen der niedrigsten statthaften Ausmündung und den verschiedenen, mindestens 2,5—3,0 Meter unter der Strassenoberfläche angelegten Kanälen eine Niveaudifferenz bestehen bleibt, welche ein hinreichendes Gefälle garantirt. Andernfalls würde man zu einer künstlichen Erhöhung des Terrains oder aber zu einer Tieferlegung des Kanalnetzes und dann zu einer anderweitigen Entfernung des Kanalinhalts greifen müssen. — Die Möglichkeit zur Abschwemmung aller Excremente in einen Fluss ist sonach nur selten gegeben. Häufiger gelingt es, die abgeschwemmten Massen durch Berieselung zu zerstören; allerdings ist dafür ein nahegelegenes, durch Bodenbeschaffenheit geeignetes Rieselterrain Bedingung.

Von grossem Vortheil ist es für die Kanalisirung eines neuen Bauterrains, wenn die übrige Stadt nicht nach dem Centralsystem kanalisirt ist, so dass die neuen Stadttheile sich an die oberen Anfänge der Kanäle anschliessen müssen, sondern nach dem Radialsystem, welches jedem Stadttheil seine individuelle, den localen Verhältnissen entsprechende Kanalisirung gestattet.

Wo weder ein grosser Fluss noch geeignete Rieselfelder vorhanden sind, würde die Abfuhr der Excremente oder die Entfernung und Verarbeitung nach Liernur's System in Frage kommen. Mit Hilfe der Eisenbahnen scheint jetzt die Abfuhr auch für grössere Städte zu gelingen, wenngleich die nothwendigen Depots und die unvermeidliche Aufspeicherung der Massen im Winter zu schwerwiegenden Uebelständen gerechnet werden müssen.

Von grösster Wichtigkeit ist eine event. Theilung des gesammten Terrains in verschiedene Gebiete, die auf verschiedene Weise behandelt werden. Wollte man ein grösseres Gebiet durchaus uniform mit Kanalisation oder nur mit Abfuhr behandeln, so würde häufig eine nutzlose Vergeudung von Zeit und Geld die Folge sein. Liegt nur ein Theil des Terrains sehr tief, so wird es in den meisten Fällen unrichtig sein, deshalb das ganze Kanalsystem zu senken, oder eine Hebung des gesammten Kanalinhalts zu bewirken oder aber den betreffenden Theil durch künstliche Aufschüttung zu erhöhen und

dann dem allgemeinen Kanalnetz anzuschliessen. Für solche Bezirke liesse sich vielmehr eine geordnete Abfuhr der Excremente mit grösserem Vortheil einrichten, oder auch ein besonderes Kanalnetz mit Hebung des Kanalausflusses oder mit geeignetem Rieselfelde. Zu grosse Einseitigkeit pflegt in diesen Fragen bedeutende pecuniäre Schäden und hygienische Nachtheile herbeizuführen.

3. Wasserversorgung.

Weit leichter als die Entwässerung und Kanalisirung des neuen Bauterrains ist die Wasserversorgung desselben zu ermöglichen. Meistens wird eine Versorgung mit Wasserleitung intendirt und für diese sind etwaige Terrainschwierigkeiten leicht zu überwinden. Soll der Wasserbedarf durch gegrabene Brunnen gedeckt werden, so ist allerdings eine genauere Abschätzung des Terrains vorzunehmen. Das vorhandene Grundwasser ist auf seine Reinheit und Ergiebigkeit zu untersuchen, wobei zu beachten ist, dass durch die Bebauung der Grundwasserspiegel erheblich sinkt, da alsdann ein weit geringerer Bruchtheil der Niederschläge zum Grundwasser gelangt, und dass meistens noch eine künstliche Senkung des Grundwasserniveaus durch die Kanalisirung eintritt. — Auf Reinhaltung des Bodens ist im Falle einer Wasserversorgung durch Brunnen selbstverständlich in besonders hohem Grade zu achten.

Es könnte scheinen, als ob die erwähnten Anlagen — Kanalisirung und Wasserversorgung — nicht eigentlich in ein so frühes Stadium der Ausführung einer Stadterweiterung hineingehörten. Die Fertigstellung der betreffenden Arbeiten gehört allerdings erst einer späteren Periode an; aber die Auswahl des Systems und die Prüfung des Terrains auf die Ausführbarkeit der Anlagen hat in frühester Zeit, gleichzeitig mit der Plangestaltung zu erfolgen. Bietet beispielsweise ein sonst günstiges Terrain in dieser Beziehung grosse Schwierigkeiten dar, so würde das ein ausreichender Grund sein, um von der Wahl des Terrains ganz abzusehen, und ein anderes zu projectiren, das im übrigen scheinbare Nachtheile bietet. Handelt es sich nicht um eine Auswahl zwischen verschiedenen Gebieten, sondern um eine allseitige Erweiterung oder um eine ganz bestimmte Richtung, so ist von vornherein das beste System der Kanalisirung u. s. w. festzustellen, da nach Ausführung der Strassen und einzelner Häuser etwa nöthige Arbeiten, wie die Erhöhung des Terrains, gar nicht mehr ausführbar sind; da ferner der Strassenlegung und dem Hausbau in den meisten Fällen eine Entwässerung resp. Entsumpfung vorausgehen muss. Ferner ist auch die Bauart des

einzelnen Hauses von vornherein auf Kanalisirung oder Abfuhr oder Liernur'sches System u. s. w. zuzuschneiden, da sonst leicht kostspielige Aenderungen und Umbauten nöthig werden. — Endlich erscheint eine derartige Vorrichtung eines neuen Terrains als nicht zu unterschätzendes Mittel, um die Baulust in der betreffenden Gegend anzuregen und Bewohner dorthin zu locken.

Die systematische Planung der Arbeiten würde somit schon in der frühesten Periode für das ganze projectirte Gebiet erfolgen müssen; die Ausführung würde grösstentheils gleichzeitig mit der Fertigstellung der Strassen vorzunehmen sein, und zwar würde dieselbe dann so weit erfolgen müssen, dass nur noch etwa die Verbindungen der zukünftigen Häuser mit den unterirdischen Anlagen einer späteren Zeit vorbehalten blieben. — Auf diese Weise würde in einer für unsere heutigen Culturstädte hochwichtigen Frage den hygienischen Interessen vollauf Rechnung getragen werden.

Betreffs der Kostendeckung für die Arbeiten zur Herrichtung des Terrains s. im folgenden Abschnitt.

IV. Strassen.

Bei der Anlage städtischer Strassen kommt eine Reihe von Momenten in Betracht, welche ganz besondere Berücksichtigung vom hygienischen Standpunkte aus erfordern. Dahin gehören Richtung, Breite der Strassen, der Abstand zwischen 2 benachbarten Strassen (Blocktiefe); ferner die Art der Construction und die Zeit der Ausführung und Fertigstellung einer Strasse.[1]

1. Richtung, Breite und Abstand der Strassen.

Bisher galt die Strasse nur als Verkehrs- und Baulinie, und namentlich waren es die Rücksichten des Verkehrs, welche fast ausschliesslich ihre Richtung und Breite bestimmten. Die Forderungen, die in diesem Sinne aufgestellt werden und die hier ausführlicher erwähnt werden müssen, weil sie in mancher Beziehung mit

---

1) Vogt, Ueber die Richtung städtischer Strassen etc. Ztschr. f. Biol. XV. S. 98. — Vogt, Resultate etc. Ztschr. f. Biol. XV. S. 605. — Wiebe, Ueb. d. Anforderungen d. öff. Ges. an den Bau städtischer Strassen. Vrtjschr. f. ger. Med. XX. S. 313. — Herstellung neuer Strassen, Zur Frage der, Niederrh. Corr.-Bl. f. öff. Ges. II. S. 226. — Zuber, Ueber Richtung und Breite der Strassen in Städten. Rev. d'hyg. I. p. 887. — A. Müller, Ueber d. Auswahl d. Materials zu Strassendammschüttungen. V. f. öff. Ges. 1874. S. 264. — Varrentrapp, Ueber die Anwendung d. Sodarückstände zu Strassendammschüttungen. V. f. öff. Ges. 1874. S. 408.

den hygienischen Anforderungen in Concurrenz treten, lassen sich etwa folgendermassen formuliren:

Man unterscheidet einen Lokalverkehr zwischen den verschiedenen Theilen der Stadt und gewissen Knotenpunkten (Bahnstationen, Brücken, Märkte, Läden, Fabriken; Kirchen, Schulen; Vergnügungslocale), der namentlich eine zeitweise starke Steigerung zeigt; ferner den Verkehr zwischen Stadt und Land, von einzelnen peripherischen Mündungen der Stadt nach dem Innern hin zusammenlaufend; endlich den Durchgangsverkehr, der am wenigsten Bedeutung zu haben pflegt und häufig durch Gürtelstrassen vom Stadtinnern abgelenkt wird. Die Hauptrichtungen der Strassen bestimmen sich nun derart, dass sie möglichst gerade Verbindungslinien herstellen zwischen den wesentlichsten peripheren Mündungen und dem Stadtinnern; ferner zwischen hervorragenden Knotenpunkten des Verkehrs im Stadtinnern. Um diese Hauptlinien gruppiren sich die übrigen Strassen nach verschiedenem Schema; entweder nach dem Rechteck- oder Parallelsystem, bei dem die Häuserblöcke Quadrate oder Rechtecke bilden (so namentlich in amerikanischen Städten, besonders Philadelphia). Dieses System bietet jedoch zu wenig ausgesprochen kürzere Wege, es fehlen daher natürliche Hauptstrassen von stärkster Frequenz; ausserdem macht es einen monotonen Eindruck. Dasselbe passt daher höchstens für kleinere Stadtbezirke.

Ein anderes Bild bietet das Dreiecksystem, bei dem die Hauptverkehrslinien die Diagonalen von rechteckigen Häuserblöcken bilden. Dadurch wird den Anforderungen des Verkehrs am besten entsprochen, und daher eignet sich dieses Schema für grosse Anlagen (Karlsruhe, Mainz u. s. w.). — Für die gleichmässige Erweiterung eines bestehenden Stadtkerns passt endlich das Radialsystem, wo die bestehenden Hauptverkehrswege zwischen dem angrenzenden Lande und dem Stadtkern die Radien bilden, zwischen denen die einzelnen Quartiere nach dem Dreieck- oder Rechtecksystem gruppirt werden; Ringstrassen können ausserdem zur Entlastung des Kerns angelegt werden (Amsterdam, Landau).

Die nothwendige Breite der so gerichteten Strassen ist in folgender Weise zu berechnen: Bei neu anzulegenden Strassen ist die demnächstige Frequenz natürlich nur ungefähr abzuschätzen; für Strassen von voraussichtlich geringer Frequenz wählt man eine Fahrbahnbreite von 2 Fuhrwerksbreiten; für grössere legt man 4, für Hauptstrassen 6 Fuhrwerksbreiten zu Grunde. Die Fuhrwerksbreite rechnet man zu 2,5 Meter; ferner wird $^{3}/_{5}$ der Strassenbreite für die

Fahrbahn, je 1/5 für jeden Fussweg gerechnet, so dass also die ganze Strassenbreite = 1 2/3 mal die Fahrbahnbreite ist. Daraus ergiebt sich für Nebenstrassen ein Minimum der Breite von 2 · 2,5 · 1 2/3 = 8 Meter; für grössere 4 · 2,5 · 1 2/3 = 17 Meter; für Hauptstrassen 6 · 2,5 · 1 2/3 = 25 Meter.

Ob eine fertig gestellte Strasse dem Verkehr, der sich in derselben etablirt, genügt, oder inwieweit eine Verbreiterung der Strasse anzustreben ist, ergiebt sich aus der Beobachtung der Frequenz; und zwar sucht man festzustellen das durchschnittliche Maximum der Fussgänger und Wagen während der am stärksten frequentirten Stunde. Aus der Verkehrsgrösse berechnet man dann die erforderliche Strassenbreite nach der Formel $B = b_0 \frac{Z_{max}\, l_0}{3600\, v} + m$; wo b_0 die Breite der passirenden Fuhrwerke + einem Zuschlage von nicht unter 0,5 Meter, l_0 die Länge von Fuhrwerk und Bespannung + einem Zuschlag von 1—5 Meter, Z_{max} das Stundenmaximum des Verkehrs, v dessen mittlere Geschwindigkeit und m eine Zusatzbreite bezeichnen, die für das seitliche Halten von 1 resp. 2 Fuhrwerksreihen erforderlich ist. b_0 ist bei Lastfuhrwerken zu 2,5 Meter zu rechnen; l_0 zu 10 Meter; v bei Lastfuhrwerk = 1 Meter, so dass also ein Güterwagen 10 Sec. zum Passiren eines Punktes gebraucht.

Ueber den Abstand zwischen 2 benachbarten Strassen, der also zusammenfällt mit der Tiefe der Häuserblocks, lassen sich schwer allgemein gültige Vorschriften geben. Eine zu grosse Tiefe verbietet sich in stark bebauten Gegenden schon aus Rücksichten des Verkehrs; in weniger stark bewohnten Gegenden sind tiefere Blöcke gestattet. Als Minimum der Blocktiefe rechnet man 2 Grundstückstiefen à 20 Meter; bei grösseren Häusern beträgt die durchschnittliche Tiefe der Blöcke 120 Meter. Im Ganzen geht jedenfalls das moderne Bestreben dahin, grössere Blocktiefen zu vermeiden, schon weil dadurch eine geringere Anzahl von Frontbauten bedingt sein würde.

Neben den Interessen des Verkehrs werden zuweilen auch noch die architektonischen und ästhetischen Interessen betont, aber ohne bezüglich der Richtung und Breite der Strassen jemals durchschlagend zu werden. Namentlich handelt es sich von diesem Standpunkt aus um ein Vermeiden zu langer gerader Strassen, um das Einfügen kleiner Unregelmässigkeiten u. s. w.

Dass auch vom **hygienischen** Standpunkt aus bestimmte Anforderungen an die Richtung, Breite und den Abstand städtischer Strassen gestellt werden können, ist erst in neuester Zeit hervorgehoben und begründet worden. Es hat sich gezeigt, dass bis zu einem gewissen Grade die Zufuhr von Wärme, Licht und Luft zu den Wohnungen von der Strassenrichtung und -breite abhängig ist, und dass nur ein bestimmter Verlauf und eine bestimmte Bauart der Strassen den hygienischen Interessen Rechnung trägt. Hier und da finden sich zwar schon Bestimmungen oder Vorschläge bezüglich der Richtung und Breite der Strassen, die auf hygienischen Motiven beruhen. So geht die Empfehlung der Südost-Nordwestrichtung, ferner die vorgeschlagene Verordnung, dass die Breite der Strasse der Haushöhe gleich sein solle, darauf hinaus, den Wohnungen möglichst Licht resp. Sonnenwärme zuzuführen (siehe Vorschläge des deutschen Vereins für öff. Gesundheitspflege, S. 26). Namentlich war man bisher der Ansicht, dass bei einer Construction wie in Fig. 1, wo die Höhe h gleich der Breite b und die Einfallslinie des Lichts einen Winkel von höchstens 45⁰ mit dem Horizont resp. mit der Hauswand ausmacht, stets eine genügende Zufuhr von Licht gesichert sei. Man rechnete dabei h von der Erdoberfläche ab bis zur Dachtraufe; nur wo um das Haus ein Lichtgraben gezogen ist, dessen Breite seiner Tiefe mindestens gleichkommt, und der somit directes Licht unter 45⁰ bis zur Basis gelangen lässt, darf von der Sohle des Grabens aus die Höhe gemessen werden (**Baumeister**). Ferner kommt eventuell die Steilheit des Dachs in Frage, sobald dieses in einem 45⁰ übertreffenden Winkel angelegt ist; dies ist allerdings höchst selten der Fall, höchstens bei den gebrochenen oder Mansardendächern; deren Höhe ist dann der Haushöhe zuzumessen. — In einzelnen Städten gestattet man, dass $h = b + x$ ist, wo x ein constantes, aber in verschiedenen Städten variirendes Maass bezeichnet. In Hamburg beträgt $x = 6$ Meter, und stellt sich sodann das Verhältniss zwischen Haushöhe und Strassenbreite wie in Fig. 2 dar.

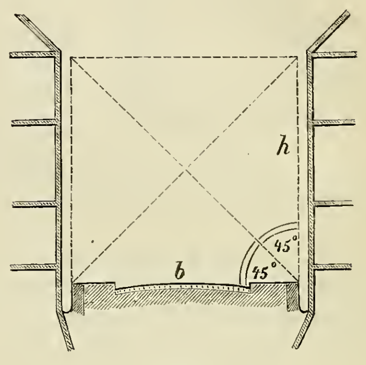


Fig. 1.

Bei den genannten Verordnungen ist indess lediglich Rücksicht genommen auf das diffuse Tageslicht; nicht aber auf die Sonnen-

strahlen, deren Einfallswinkel ausserordentlich wechselt. Geht man von dem Grundsatz aus, dass den Bewohnern der Strassenfronten wo möglich ein gewisses Maass von Licht und Wärme durch die Sonnenstrahlen zugeführt werden muss, so ergeben sich ganz andere Anforderungen an Richtung und Breite der Strassen. Diesen Grundsatz wird man aber vom Standpunkt der Hygiene aus unbedingt acceptiren müssen; wenigstens in unseren Klimaten ist der Vortheil der Sonnenwärme und der zeitweisen intensiven Beleuchtung evident und spricht sich am deutlichsten aus in dem auffallend stärkeren Begehr nach sonnig gelegenen Wohnungen. Eine genaue Detaillirung der Schädlichkeiten nicht von der Sonne bestrahlter Wohnungen ist zur Zeit kaum ausführbar; man kann nur vorläufig hinweisen auf die dauernd niedrigen Wandtemperaturen, auf die dadurch bewirkte Schwierigkeit einer Wasserverdunstung und die Neigung zur Wasserdampfcondensirung; auf die erschwerte Ventilation durch solche feucht gehaltene Wände, auf ihre Disposition zur Entwicklung von Pilzvegetationen; endlich auf die erst neuerdings hervorgehobenen Beziehungen der Lichtstrahlen zu den Lebensvorgängen. Ebensowenig gelingt es schon jetzt, durch eine zuverlässige Morbilitäts- und Mortalitätsstatistik den Beweis für die schädigende Wirkung unbestrahlter Wohnungen zu führen; die sonstigen einflussreichen Momente lassen sich zu schwer eliminiren, und man kann nicht eine im übrigen ganz gleichartige Bevölkerung construiren, die nur durch die Bestrahlung ihrer Wohnräume verschieden ist. Doch gelingen auch solche statistische Vergleichungen vielleicht noch durch Heranziehung grosser Bauten mit gleichartigen Bewohnern, z. B. Casernen u. s. w.

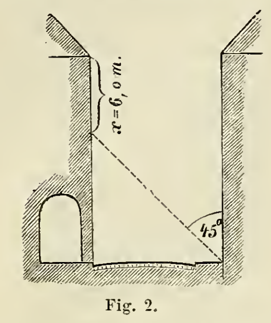


Fig. 2.

Man darf sich diesen hygienischen Anforderungen nicht etwa durch den Einwand entziehen, dass das Haus, welches eine unbestrahlte Front habe, nach hinten sonnige Zimmer biete, und dass so anderen Bewohnern zum Vortheil gereiche, was den Frontbewohnern eventuell Schaden bringt. Die Wohnräume werden überall vorzugsweise an die Front verlegt, während Wirthschaftsräume, Schlafkammern u. s. w. im hinteren Theil des Hauses liegen und theilweise liegen müssen; ausserdem pflegt in allen grösseren Städten die Bebauung der Grundstücke eine derartige zu sein, dass an der Rückseite weit weniger Fenster als an der Front den Eintrit der Lichtstrahlen gestatten; und ferner würde, selbst eine freie Rückseite vorausgesetzt, eine unzweckmässige Richtung der Strasse immerhin zu einer nicht wünschenswerthen und unpraktischen Vertheilung von Licht resp. Sonnenwärme und Schatten führen. — Dass in ein-

zelnen Fällen, die aber einer speciellen Abhilfe zugängig sind, ein Uebermaass von Sonnenstrahlen auch schädlich wirken kann, wird weiter unten erörtert werden.

Die Untersuchungen über die zweckmässigste Richtung und Breite der städtischen Strassen sind hauptsächlich von Vogt ausgeführt; die Resultate seiner Untersuchungen lassen sich im wesentlichen folgendermassen zusammenfassen:

Geht man von einer bestimmten mässigen Dauer der Bestrahlung aus, die als nothwendiges Minimum angesehen wird, und setzt diese beispielsweise nur zu 4 Stunden (10^h Vorm. bis 2^h Nachm.) fest, so lässt sich berechnen, welche Strassenrichtung und -breite diese Insolation gewährt. Zunächst ist es nöthig, den Einfallswinkel der Sonnenstrahlen für die verschiedenen Jahreszeiten und für verschiedene Breitengrade zu bestimmen.

Es ergiebt sich für die Zeit der Aequinoctien (21. März und 21. September)

$$\sin \alpha = \cos \varphi \cdot \cos \beta \ldots,$$

wo α den zu bestimmenden Einfallswinkel der Sonnenstrahlen bedeutet; φ die Polhöhe, zugleich der Ausdruck des geographischen Breitengrades; β den Stundenwinkel, für die Insolationszeit von 10^h Vorm. bis 2^h Nachm. $= 30^0$.

Für den kürzesten Tag, 21. December, ergiebt sich:

$$\sin \alpha = \cos \varphi \cdot \cos \beta \cdot \cos \varepsilon - \sin \varphi \cdot \sin \varepsilon,$$

wo ε den Abstand der Wendekreise vom Aequator $= 23^0\ 27'\ 15{,}2''$ bedeutet.

Für den längsten Tag, 21. Juni, findet man:

$$\sin \alpha = \cos \varphi \cdot \cos \beta \cdot \cos \varepsilon + \sin \varphi \ \sin \varepsilon.$$

Danach erhält man folgende Werthe für den Einfallswinkel α der Sonnenstrahlen Vormittags 10^h und Nachmittags 2^h:

	am kürzesten Tage:	in den Aequinoctien:	am längsten Tage:
Unter d. 40. Grad geogr. Breite ist α =	$20^0\ 39'\ 23''$	$41^0\ 33'\ 39''$	$59^0\ 49'\ 9''$
„ „ 45. „ „ „ „ α =	$16^0\ 16'\ 49''$	$37^0\ 45'\ 41''$	$57^0\ 28'\ 53''$
„ „ 50. „ „ „ „ α =	$11^0\ 52'\ 30''$	$33^0\ 49'\ 33''$	$54^0\ 38'\ 40''$
„ „ 55. „ „ „ „ α =	$7^0\ 26'\ 59''$	$29^0\ 47'\ 2''$	$51^0\ 25'\ 8''$
„ „ 60. „ „ „ „ α =	$3^0\ 0'\ 43''$	$25^0\ 39'\ 32''$	$47^0\ 53'\ 45''$

Für die weiteren Berechnungen legt man zweckmässig zunächst nur den kürzesten Tag zu Grunde, also den 21. December; dieser muss als Tag des ungünstigsten Insolationsverhältnisses die Grundlage zur Feststellung der Minimalforderung an Sonnenwärme und Sonnenlicht abgeben. Für diesen Tag ergeben sich folgende Werthe

von α, für verschiedene Insolationszeiten und verschiedene Breitengrade der gemässigten Zone:

Für eine Insolationszeit von:	geogr. Breite ($=\varphi$) $= 40^0$	$\varphi = 45^0$	$\varphi = 50^0$	$\varphi = 60^0$
10 Minuten	$26^0\ 32'\ 6''$	$21^0\ 32'\ 13''$	$16^0\ 32'\ 15''$	$6^0\ 32'\ 22''$
1 Stunde	$26^0\ 9'\ 41''$	$21^0\ 12'\ 16''$	$16^0\ 40'\ 40''$	$6^0\ 19'\ 10''$
2 Stunden	$25^0\ 1'\ 19''$	$20^0\ 11'\ 26''$	$15^0\ 20'\ 54''$	$5^0\ 38'\ 43''$
3 Stunden	$23^0\ 10'\ 3''$	$18^0\ 32'\ 2''$	$13^0\ 52'\ 50''$	$4^0\ 32'\ 9''$
4 Stunden	$20^0\ 39'\ 23''$	$16^0\ 16'\ 49''$	$11^0\ 52'\ 30''$	$3^0\ 0'\ 43''$
5 Stunden	$17^0\ 33'\ 33''$	$13^0\ 29'\ 6''$	$9^0\ 22'\ 36''$	$1^0\ 6'\ 3''$

Aus dem so kennen gelernten Einfallswinkel α lässt sich nun aber leicht die Länge der geworfenen Schatten berechnen. Sei in Fig. 3 AC die horizontale Oberfläche, FB der einfallende Sonnenstrahl, $\sphericalangle$ BFC $= \alpha$; und errichtet man nun an einem beliebigen Punkte von FC die Senkrechte DE $=$ h, so ist die Länge des Schattens von h $=$ FD; und

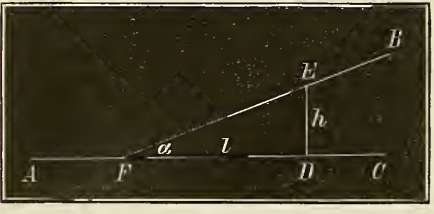


Fig. 3.

da $\cot \alpha = \frac{\mathrm{FD}}{\mathrm{h}}$, ist FD oder $\mathrm{l} = \mathrm{h} \cot \alpha$.

Man findet nach dieser Formel, dass sich verhält:

unter dem	40.	Breitengrad	h : l = 1 : 2,6525
„ „	45.	„	h : l = 1 : 3,4241
„ „	50.	„	h : l = 1 : 4,7556
„ „	60.	„	h : l = 1 : 19,0053

Aus der Schattenlänge lässt sich dann weiter die Strassenbreite in ihrem Verhältniss zur Häuserhöhe bei jeder beliebigen Strassenrichtung bestimmen. In Fig. 4 bedeute AC eine senkrechte Hauswand, und aus dieser greife man eine beliebige Linie heraus, z. B. die im Punkte O senkrecht auf dem Boden stehende Linie. Die Sonne stehe in S; dann wird diese Linie einen Schatten in der Richtung SO werfen; die Länge dieses Schattens sei $=$ Oa $=$ l. Jetzt wird offenbar der Schatten der Wand AC begrenzt durch die Linie DE, und eine auf dieser Grenze errichtete Verticalwand würde in ihrer ganzen Ausdehnung von der Sonne beschienen sein. Es kommt nun darauf an, die Entfernung ac oder B, den Abstand zwischen AC und DE, kennen zu lernen. Bezeichnet man den Winkel, den die Wand AC mit dem Meridian einschliesst, mit δ; ferner den Stundenwinkel, d. h. den Winkel, welchen der Schatten SO mit dem Meridian einschliesst, mit β; so ist $\sphericalangle$ SOA $= \delta + \beta$; $\sphericalangle$ SOA ist aber $=$

$\measuredangle$ COa, folglich auch dieser $= \beta + \delta$. Im Dreieck Oac ist aber $\sin COa = \frac{ca}{Oa}$, oder $\frac{B}{l}$; folglich $B = l \cdot \sin COa$ oder

$$= l \cdot \sin(\beta + \delta).$$

Da nun aber l nach der früher abgeleiteten Gleichung $= h \cdot \cot \alpha$ war, so ist $B = h \cdot \cot \alpha \cdot \sin(\beta + \delta)$, und $\frac{B}{h} = \cot \alpha \cdot \sin(\beta + \delta)$.

Hält man daran fest, dass die Insolation von Vormittags 10^h bis Nachmittags 2^h dauern soll, so hat man $\beta = 30^0$ und dann also $\frac{B}{h} = \cot \alpha \cdot \sin(30^0 + \delta)$.

(B drückt übrigens nur dann die volle Strassenbreite aus, wenn die Neigung des Daches nicht grösser ist als der Einfallswinkel α; andernfalls müsste die Haustiefe von der Aussenseite bis zum Dachfirst, der dann eigentlich den Schatten begrenzt, von B abgezogen werden.)

Ebenso leicht lässt sich nun auch berechnen, wie gross die Schattenflächen sind, welche bei verschiedenen Strassenrichtungen auf den Sonnenseiten vorhanden sind, und ein wie grosser Theil der Bewohner der Sonnenseite noch zu den temporären oder bleibenden Schattenbewohnern zu rechnen ist.

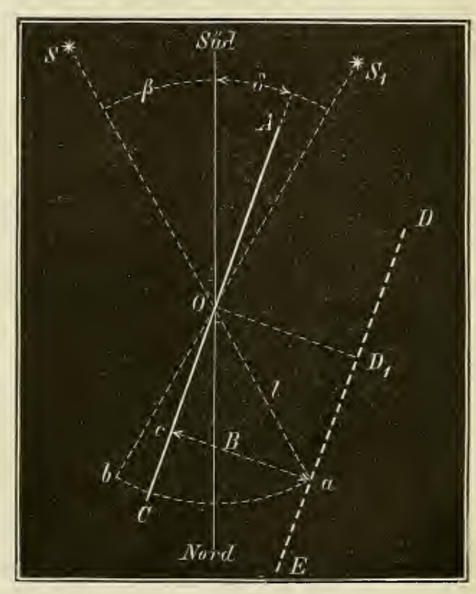


Fig. 4.

Bedeutet in Fig. 4 OCED eine Strasse, deren Länge OC mit L und deren Breite ca mit B bezeichnet wird, so lässt sich L_0, die Länge des beschatteten Theiles von der Front aE folgendermassen berechnen:

$\measuredangle cOa = \measuredangle AOS = \beta + \delta$ und $Oc = B \cdot \cot(\beta + \delta)$; da $aE = cC = L - Oc$, ist

$$L_0 = L - B \cdot \cot(\beta + \delta),$$

oder wenn mit L_0 die beschattete Länge auf der entgegengesetzten Front bezeichnet wird:

$$(L_0) = L - B \cdot \cot(\beta - \delta)$$

Endlich ist auch noch die Höhe des Schattens an der insolirten Wand zu bestimmen; und zwar ergiebt sich

$$h = H - B \frac{\text{tang}\ \alpha}{\sin(\beta + \delta)},\ (h) = H_1 - B \cdot \frac{\text{tang}\ \alpha}{\sin(\beta - \delta)},$$

wo h, (h) die Schattenhöhen an den betreffenden Strassenseiten, H, H_1 die Firsthöhen bezeichnen.

Mit Hilfe dieser 4 Formeln für L_0, (L_0), h, (h) lässt sich in jeder Strasse das Schattengebiet genau umgrenzen und bei der Planirung einer solchen zum Voraus bestimmen.

Von besonderem Interesse ist eine Prüfung der hauptsächlichsten Strassenrichtungen nach dieser Rechnung. Wenn man die von Nord nach Süd laufenden Strassen als meridionale Strassen und die dem Aequator parallel, von Ost nach West laufenden als äquatoriale Strassen bezeichnet, so erhält man für meridionale Strassen, bei welchen $\delta = 0$ ist:

$$\frac{B}{h} = \cot \alpha \cdot \sin(30^0) = \frac{1}{2} \cdot \cot \alpha$$

und für äquatoriale Strassen, wo $\delta = 90^0$ ist:

$$\frac{B}{h} = \cot \alpha \cdot \cos(30^0) = \sqrt{3/4} \cdot \cot \alpha,$$

woraus sich für verschiedene Breitengrade folgendes Verhältniss zwischen Häuserhöhe und Strassenbreite ergiebt:

		bei meridionalen Strassen	bei äquatorialen Strassen
unter dem 40. Breitengrad	H : B =	1 : 1,3263	1 : 2,2971
„ „ 45. „	H : B =	1 : 1,7121	1 : 2,9654
„ „ 50. „	H : B =	1 : 2,3778	1 : 4,1184
„ „ 55. „	H : B =	1 : 3,8238	1 : 6,6230
„ „ 60. „	H : B =	1 : 9,5027	1 : 16,4591

Bemerkenswerth ist ferner, dass, wenn $\delta = 30^0$, wenn also die Strassenrichtung um nur 30^0 von der meridionalen Richtung abweicht, man erhält:

$$\frac{B}{H} = \cot \alpha \cdot \sin(30^0 + 30^0) = \cot \cdot \alpha \cdot \cos(30^0),$$

also dasselbe Resultat, das für die äquatorialen Strassen erhalten wurde. Eine Südwest-Nordostrichtung ist also ebenso ungünstig, wie die reine Ost-Westrichtung.

Zum Verständniss der Consequenzen der Insolationsverhältnisse verschieden gerichteter Wände ist dann noch zu betonen, dass, während auf dem horizontalen Boden die steiler einfallenden Strahlen der Mittagssonne die höchste Insolationskraft besitzen, sich dies Ver-

hältniss beim Auffallen der Strahlen auf verticale Wandungen gerade umkehren muss, und dass dadurch den nach Ost oder West gerichteten Fronten bei gleicher Insolationsdauer mehr Wärme zugeführt wird, als den Südseiten. Die Ostwand eines Gebäudes nimmt, wie experimentelle Untersuchungen Vogt's bestätigt haben, ceteris paribus die grösste Summe von der Insolationswärme auf, die Westwand nimmt die Mittelstellung ein, die Südwand wird im Ganzen weniger als diese von der Sonne erwärmt. Unter Verhältnissen, wie sie in unseren Klimaten vorkommen, vermag beispielsweise eine direct meridionale Strasse ihren Häuserreihen an Sonnentagen zwischen 10 und 2 Uhr eine mindestens 2,7 mal grössere beschienene Wandfläche und eine 3,7 mal grössere Menge von Sonnenwärme zu verschaffen, als bei äquatorialer Richtung.

Das erhebliche Mehr von Wärme und Licht, welches in meridionalen Strassen den Bewohnern zugeführt wird, könnte einen Einwand finden in dem Hinweis auf die Folgen zu starker Erwärmung des Hauses durch die Sonne während des Hochsommers. Es ist im Capitel „Wohnung“ ausführlich erörtert, welch excessive Temperaturen unter Umständen innerhalb der Wohnungen durch eine starke Bestrahlung der Wandungen erreicht werden können; und es fragt sich, ob dieser Nachtheil nicht zu dem Bestreben führen muss, die Insolation der Häuser mehr zu vermeiden als herbeizuführen. Aber die Entscheidung fällt trotzdem in den meisten Fällen zu Gunsten der meridionalen, bestrahlten Strassen; schon deshalb weil die Periode, in welcher Nachtheile aus der Bestrahlung erwachsen können, sehr kurz ist gegenüber der kalten und mässig warmen Jahreszeit, welche die Sonnenwärme erwünscht erscheinen lässt. Ferner können sich die Einwohner durch geeignete Schutzmassregeln der Einwirkung zu starker Insolation entziehen; durch Bedeckung der Hauswand, durch reichliche Ventilation, durch passende Vertheilung der Wohnräume und andere Mittel, die oben ausführlicher besprochen sind, lassen sich die excessiven Temperaturen vermeiden. Ausserdem sind es weniger die durch zahlreiche Fenster unterbrochenen Frontwände der Häuser, die als Wärmereservoire für die Sonnenstrahlen gefährlich werden können, sondern die seltener vorkommenden nackten Giebelwände; und endlich betreffen die höchsten Temperaturen gerade die höchsten Stockwerke, die in allen Fällen, auch in äquatorialen Strassen, ein reichliches Maass von Sonnenstrahlung erhalten.

Wenn es demnach auch hygienisch geboten erscheint, die etwaigen hohen Sommertemperaturen der Wohnräume zu berücksichtigen,

so ist durch diese doch keineswegs eine möglichst schattige Lage des Strassennetzes geboten; sondern es ist nur um so entschiedener auf die Bekämpfung der eventuellen hohen Temperaturen durch private Mittel zu dringen. Im Interesse der überwiegenden kühlen Jahreszeit und mit Rücksicht auf die oben geschilderten Nachtheile der Schattenlage ist dagegen bei der Strassenanlage auf möglichst meridionale Richtung zu sehen. Das hygienische Ideal eines Strassensystems würde somit von diesem Gesichtspunkt aus in langen, parallelen, von Süden nach Norden gerichteten Strassen bestehen, die von ganz kurzen und sehr breiten Querstrassen durchkreuzt werden.

Vom hygienischen Standpunkt aus kommt indessen noch ein anderes Moment in Betracht. Je nach der Richtung der Strasse zum herrschenden Winde wird nämlich eine ausgiebigere oder geringere Ventilation der Strasse und der Wohnhäuser statthaben. Stimmt die Strassenrichtung mit der Windrichtung ganz oder nahezu überein, so wird in der ganzen Länge der Strasse ein sehr lebhafter Luftaustausch bestehen, und auch die Lufterneuerung in den Wohnungen wird leicht von statten gehen. Kreuzt dagegen die Strassenrichtung die Windrichtung, so wird meist nur die äusserste frei liegende Peripherie stark ventilirt, während in der inneren Stadt nur dadurch eine geringfügige Luftbewegung in den Strassen erzeugt wird, dass der Wind, während er über die Häuser und Strassen wegstreicht, dort eine saugende oder drückende Wirkung ausübt. Nur bei heftigen Winden und bei ausgesprochen ab- oder aufwärts gerichteter Strömung macht sich diese bis zum Boden hin bemerkbar; bei gewöhnlicher Stärke und bei engen Strassen ist meist gar keine fühlbare Luftbewegung vorhanden. Im Interesse des Luftwechsels ist daher entschieden eine der Windrichtung einigermassen entsprechende Strassenrichtung zu wünschen. Da aber die Windrichtung stetig wechselt, wird keinesfalls immer diesem Wunsche entsprochen werden können; wohl aber wird man die local herrschende Windrichtung der Strassenrichtung zu Grunde legen können. Erstere erfährt man durch eine während des ganzen Jahres vorgenommene Registrirung der einzelnen Windrichtungen unter gleichzeitiger Notirung der Dauer jedes einzelnen Windes; man erhält dadurch schliesslich die durchschnittliche Vertheilung der verschiedenen Windrichtungen auf das ganze Jahr und bezeichnet die Windrichtung von relativ längster Dauer als herrschende. Wo ein starkes Her-

vortreten einer bestimmten Windrichtung besteht, würde man dann anstreben müssen, dass die Hauptstrassenzüge dieser parallel laufen oder doch nur um einen kleinen Winkel, jedenfalls unter 45°, von derselben abweichen.

Häufig wird die herrschende Windrichtung in den Bereich der meridionalen Strassenrichtung hineinfallen, und dann wird die letztere um so dringender indicirt sein; wo diese beiden Factoren divergiren, wird im Ganzen das Bedürfniss der Insolation überwiegen, da die Abweichung von der Windrichtung doch nur für einen gewissen Bruchtheil des Jahres besteht, und ausserdem die Windstärke, sowie die auf- oder absteigende Richtung des Windes den hygienischen Effect desselben compliciren. Durch hinreichende Breite der Strassen ist ausserdem ein ziemlich wirksames Correctiv zu schaffen. — Besondere Berücksichtigung der Windrichtung und Windstärke ist deshalb wohl nur da nöthig, wo durch die natürliche Lage der Stadt oder durch künstliche Umwallung u. s. w. das Eindringen der Winde so wie so verhindert oder erschwert ist. Hier kann unter Umständen die Sorge für eine Erleichterung der Ventilation bei der Feststellung der Strassenrichtung sogar in den Vordergrund treten.

Die geschilderten hygienischen Gesichtspunkte werden bezüglich der Richtung der Strassen überall da unbedingt massgebend sein müssen, wo nicht schwerwiegende Rücksichten des Verkehrs oder der Aesthetik mit denselben in Concurrenz treten. Ist letzteres der Fall, so wird eine Entscheidung sehr schwierig. Ist ein ausgeprägtes Centrum einerseits, ein stark bevölkertes Aussenrevier andererseits vorhanden, so wird eine gradlinige Verbindung beider als Hauptverkehrsweg, ohne Rücksicht auf die hygienischen Bedenken, kaum zu vermeiden sein; in manchen Fällen wird sich daher das Strassennetz eines Stadterweiterungsplans ohne weiteres an bereits gegebene Verkehrswege anschliessen müssen. Wo aber die peripherischen Mündungen noch nicht festliegen, oder wo neue peripherische Centren zu schaffen sind, da wird man die Strassenrichtung den hygienischen Forderungen einigermassen anpassen können. Häufig wird es schon gelingen, durch Knickungen und Biegungen einer längeren Strasse den grösseren Theil derselben unter bessere hygienische Bedingungen zu versetzen, während das Interesse des Verkehrs dadurch nur wenig beeinträchtigt und dem ästhetischen Bedürfniss noch besonders entsprochen wird. — Praktische Versuche werden darüber entscheiden müssen, in wie weit aus einer solchen Concurrenz der Interessen die Hygiene siegreich hervorgehen kann; bisher waren die hygienischen Principien selbst noch zu unsicher fundirt, um bei

der Strassenrichtung eingehender berücksichtigt zu werden. — Jedenfalls werden aber bezüglich der Strassen breite die Forderungen der Hygiene in der hier entwickelten Weise formulirt werden müssen; und man wird mit Recht verlangen, dass fortan für die Feststellung der Breite einer Strasse vom hygienischen Standpunkt aus nicht mehr die Formel $h = b$, sondern, wenn die Formel $\frac{b}{h} = \cot \alpha \cdot \sin (30^0 + \delta)$ zu Grunde gelegt wird.

Bezüglich des Strassenabstands (Blocktiefe) gehen die Anforderungen der Hygiene im Ganzen zusammen mit den modernen Bestrebungen der Bautechniker; wie oben erwähnt wurde, vermeidet man gern grössere Blocktiefe, weil dadurch an Frontbauten verloren würde; vom hygienischen Standpunkt muss mit weit grösserem Nachdruck auf geringe Blocktiefe hingearbeitet werden, weil wesentlich von der Blocktiefe die Dichtigkeit der Bebauung eines Grundstücks und die Construction zahlreicher Hofwohnungen abhängt. Das tiefere Grundstück kann in den seltensten Fällen unausgenutzt bleiben; vielmehr wird es fast stets mit zahlreichen Hintergebäuden besetzt werden, deren Rückseiten sich wieder nahe mit den Hinterhäusern der nächsten Parallelstrasse berühren; Seitenflügel pflegen Vorder- und Hinterhaus zu einem geschlossenen Carré zu verbinden, und so entstehen die in den meisten grösseren Städten und namentlich in Berlin so beliebten engen Höfe, deren zahlreiche Wohnungen Luft, Licht und Sonnenwärme in völlig ungenügendem Maasse erhalten. Man könnte zwar versuchen, einer zu engen Bebauung der Grundstücke durch Vorschriften über das Verhältniss zwischen Höhe und Abstand der Hintergebäude oder über das obligatorische Unbebautbleiben eines gewissen Theils jedes Grundstücks zu begegnen (vgl. unten „Bebauung der Grundstücke"); aber es wird niemals gelingen, dadurch so günstige Licht- und Luftverhältnisse herzustellen, wie an den Strassenfronten, da sonst ein sehr grosser Theil der Grundstücke unbenutzt bleiben und erheblich an Werth verlieren würde, und da ausserdem die Seitengebäude in allen Fällen eine ausgiebige Ventilation ausserordentlich erschweren. Statt solcher ohne grosse Härte gegen die Grundbesitzer nicht durchführbarer Vorschriften erscheint es daher zweckmässiger, auf einer geringen Blocktiefe zu bestehen. Rechnet man die einzelne Grundstückstiefe, bestehend aus Vorderhaus, Hofraum und etwaigen kleinen Wirthschaftsgebäuden, je nach der Grösse des Hauses zu 20 bis 60 Meter, so ergiebt sich daraus eine maximale Blocktiefe von 40 bis

120 Meter. Durch die Festlegung solcher Blöcke würde in Verbindung mit relativ milden Vorschriften über den nothwendigen Abstand der Hintergebäude und über das erlaubte Maass von Bebauung der Grundstücke einer zu ausgedehnten Construction von Hinterhäusern und Hofwohnungen am besten vorgebeugt werden.

2. *Construction der Strassen und Zeit der Ausführung.*

Bei der Herstellung der Strassen ist im hygienischen Interesse zunächst auf eine vorhergehende Entwässerung und Kanalisirung zu sehen (s. oben). Betreffs der ferneren Construction ist vom hygienischen Standpunkt aus namentlich zu wünschen, dass das Material der Strassen von einer Beschaffenheit ist, die möglichst wenig Staub aufkommen lässt, die eine leichte und gründliche Reinigung gestattet und rasches Ablaufen des Wassers ermöglicht. — Um den lästigen und geradezu schädlichen Staub zu vermeiden, sollte nur sehr hartes und namentlich schwer zerreibliches Material verwandt werden; namentlich müssen aber die Zwischenräume zwischen den Steinen klein und mit fest zusammenhängender, nicht stäubender Füllung gedichtet sein. Ganz zu verwerfen sind chaussirte Fahrbahnen; diese, sowie Promenaden und öffentliche Plätze, die mit losem Material gedeckt sind, werden zu unerschöpflichen Staubquellen, die auch die gute Pflasterung benachbarter Strassen illusorisch machen.

Eine Reinhaltung des Pflasters ist nur dann möglich, wenn die Oberfläche der Steine eben und wenn keine Vertiefungen und Zwischenräume bestehen, welche Unreinigkeiten aufnehmen können. Durch das wiederholte Eindringen von Feuchtigkeit, Düngerresten u. s. w. können die Fahrbahnen schlecht gepflasterter Strassen zu Reservoiren fäulnissfähiger Substanzen werden, deren Inhalt bei trockenem Winde stets wieder der Luft beigemengt wird. Macadam und Asphaltbahnen sind in dieser Beziehung am günstigsten. — Zur Orientirung über die Beschaffenheit und die Vorzüge der verschiedenen Pflasterungen mögen die folgenden, dem „Deutschen Bauhandbuch“ entnommenen Angaben dienen:

1. *Pflasterungen für die Fahrbahn.*

Als Befestigungsmittel für die Fahrbahn dienen: Pflasterungen aus Stein, Holz und Eisen, Steinschlag und Asphalt.

Das Quergefälle städtischer Fahrstrassen ist sehr gering zu halten. Meist wird die mittlere Zone der Fahrbahn etwas abgeplattet und die seitlichen Streifen werden nach der Kreislinie geformt. Bei Befestigungsmitteln von grosser Glätte wird die Bahn im Querschnitt nach 2 gegen

einander geneigten Ebenen geformt. Mittelwerthe des Quergefälles: bei Steinschlagbahn 70 ‰, Pflasterbahn 50 ‰, Holzpflaster 40 ‰, Asphaltbahn 15 ‰.

Pflasterungen aus Stein. Rauhe Pflasterungen und selbst solche von etwas besserer Beschaffenheit sind für feinere städtische Strassen ungeeignet, für welche fast nur das Reihenpflaster in Betracht kommt. Es kommen normal und schräg (etwa unter 45° geneigt) zur Strassenaxe gestellte Reihen vor; wenigstens sind beide Arten bei Strassen mit geringem Längengefälle vertreten, während auf stärker geneigten Strassen allein die normale Stellung im Gebrauch ist.

Folgende Anforderungen werden an die Pflastersteine gestellt:

1. Die Steine müssen regelmässig bearbeitet, 20 cm, mit einem Spielraum von 1 cm plus und minus hoch, 8—14 cm breit und 12—14 cm lang sein; die Kopffläche, für welche obige Maasse gelten, muss ein Rechteck und eben bearbeitet sein; die Grösse der ebenen Grundfläche muss 2/3 der Kopffläche betragen. Die Steine werden aufgeschichtet und nach kbm abgenommen.

2. Die Steine sollen in 3 Sorten geliefert werden, welche sich nach ihrer Form wie folgt unterscheiden:

Die Steine erster Sorte sollen am Kopfe eine Länge von 15—20 cm und eine Breite von 10—15 cm haben, bei einer Höhe von 18—20 cm.; die Steine zweiter Sorte eine Länge von 15—20 cm und eine Breite von 8—15 cm, bei 15—20 cm. Höhe; die Steine dritter Sorte eine Länge von 13—18 cm, eine Breite von 8—14 cm und eine Höhe von 12—17 cm. Die Kopfflächen aller 3 Sorten müssen möglichst ein Rechteck bilden, durchaus rechteckig behauen sein und dürfen keine Vertiefungen oder Erhöhungen haben, welche mehr als 8 mm betragen. Die Fussfläche jedes Steines muss mindestens 2/3 seiner Kopffläche halten. — Die Abnahme erfolgt, aufgesetzt, nach kbm.

3. Es werden 3 Klassen von Steinen geliefert:

1. Würfel von 19—20 cm (übereinstimmender) Seitenlänge mit lauter geraden Kanten und ebenen Seitenflächen; 2. Parallelepipeden von 20 cm Seitenlänge mit Verjüngung nach der Fussfläche von 1 cm auf jeder Seite, übrigens wie vor.; 3. Parallelepipeden mit 15—16 cm Seite, in Bezug auf Verjüngung und Bearbeitung wie vor. — Die Abnahme erfolgt nach □m Pflasterfläche.

Zur Unterbettung dienen je nach der anzustrebenden Solidität:

a) Kieslage von 15—30 cm Stärke mit etwa Nussgrösse der Körner.
b) Schotterlage mit Abgleichung durch Kieslage insgesammt 15 bis 25 cm stark.
c) Packlage, darüber Schotterschicht mit Kieselabgleichung wie vor.
d) In besonderen Fällen eine 10—20 cm starke Schicht aus magerem Beton, auf welcher die Steinreihen regelrecht in hydraulischem Mörtel versetzt werden.

Die Betonlage ist günstig in sanitärer Hinsicht, ungünstig für Vornahme von Reparaturen an unter der Strasse liegenden Rohren und Leitungen; die Befahrung eines so gebetteten Pflasters ist etwas hart.

Zur Fugendichtung dient entweder Kies- oder Sand-Einschwemmung, oder auch ein Guss von langsam bindendem hydraulischen Mörtel.

Der Mörtel ist für Ausgleichung localer Drucke und zur Verhinderung des Einsickerns faulender Flüssigkeiten in den Untergrund nützlich. Die Versickerung wird wirksam auch durch eine Ausfüllung der Fugen mit Asphalt verhindert.

Holzpflasterung. Elasticität, Ertödtung von Geräusch und hohe Verkehrssicherheit sind Vorzüge. — Lockerwerden des Verbandes infolge der Temperatur- und Feuchtigkeits-Schwankungen, kurze Dauer, hohe Kosten, endlich in mehreren Fällen beobachtete Erzeugung übler Ausdünstungen sind Mängel dieser Pflasterung.

Die Art der Unterlage des Holzpflasters ist für Reparaturen an Röhren und Leitungen, die unter der Strasse liegen, allgemein ungünstig, die Haltbarkeit des Pflasters sehr von örtlichen Verhältnissen und dem Witterungszustande bei der Herstellung abhängig.

Eisenpflasterung ist neuerdings in einigen Städten wieder in Gebrauch gekommen und wird auf einer Kies- oder Schotter-Schüttung von 10—20 cm Stärke aus zellenartig durchbrochenen Stücken, die am ganzen Umfange mit Verzahnungen in einander greifen und bei etwa 1 m Länge und 60 cm Breite 8 cm Höhe haben, hergestellt. 1 □m Pflaster enthält etwa 3 z an Eisengewicht. Die Zellen werden mit Kies vollgeschwemmt und es muss zur Milderung der Härte des Befahrens das Pflaster sorgfältig unter Decke gehalten werden. Dem Eisenpflaster ist von einzelnen Seiten geringe Haltbarkeit und Ausstossung übler Dünste bei warmem Wetter zum Vorwurf gemacht; von anderen Seiten werden diese Eigenschaften in Abrede gestellt.

Steinschlagbahnen sind in geschlossenen Orten nur in sonniger Lage, bei einigem Längengefälle der Strasse, und nur unter Voraussetzung besonderer Güte des Materials der Decklage empfehlenswerth. Die Dichtung wird am vollkommensten mittelst eines Gusses aus Theer und Pech bewirkt; indessen ist Kies von geeigneter Beschaffenheit ebenfalls zureichend.

Asphaltbahnen. Grosse Glätte, geringes Geräusch beim Befahren, Undurchdringlichkeit gegen Feuchtigkeit, Leichtigkeit und beschränkter Umfang von Reparaturen, rasches Trocknen und bequeme Reinhaltung zeichnen die Asphaltstrassen aus, die nur bei grösseren Neigungen im Längenprofil der Strasse und da nicht anwendbar sind, wo beständige geringe Feuchtigkeit oder seitliche Zuführung von klebigem Schmutz stattfindet. Die Asphaltbahnen bedürfen einer mit grosser Sorgfalt hergestellten und genau abgeglichenen Betonunterlage von 15 bis 20 cm Stärke. Auf dieser wird entweder Guss-Asphalt oder comprimirter Asphalt in einer Lagenstärke von 4—6 cm ausgebreitet.

Guss-Asphalt ist eine mit Kies versetzte, zum Schmelzen gebrachte Mischung und meist, als nicht homogener Körper, der Abnutzung in höherem Grade unterworfen als:

Comprimirter Asphalt, welcher in Pulverform beim Auftragen nur schwach erhitzt ist, so dass die Bildung der zusammenhängenden Lage durch eine Art Schweissprocess erfolgt. Statt der Abnutzung will man bei comprimirtem Asphalt eher eine Zunahme an Dichtigkeit durch den Druck des darüber gehenden Verkehrs bemerkt haben.

2. Fusswege.

Die Fusswege neben Fahrstrassen werden gewöhnlich mit erhöhten Borden gegen letztere abgegrenzt. Zu den Borden dienen am besten Quader aus Granit oder hartem Sandstein, die 25—35 cm Tiefe, 15 bis 35 cm Breite und 0,5—2,0 m Länge haben. Die Vorderseite erhält auf 10—20 cm Tiefe (von oben gerechnet) eine Abschrägung von etwa $1/6$ bis $1/4$.

Zur Befestigung der Fusswege dienen:

Pflasterung aus kleinen Findlingen; untergeordnete Anlage, rauh und bei Glatteis gefährlich. Kosten pro □m 1,5—3,0 M.

Mosaikpflaster aus kleinen, durch Zerschlagen gebildeten Steinstücken von 3,3—5,5 □cm Kopffläche, in Sand zn versetzen. Material am besten Porphyr, Grauwacke, Sandstein oder Marmor. Wegen Durchlässigkeit, Sicherheit der Begehung, Haltbarkeit uud leichter Unterhaltung ein vorzügliches Befestigungsmittel. Kosten: ungemustert 3—4 M., gemustert 4—8 M. pro □m.

Pflasterung aus sauber bearbeiteten Steinen mit 8,8 bis 12,12 □cm Kopffläche. Die Steine werden am besten in schrägen Reihen gesetzt. Haltbar, aber etwas hart. Kosten pro □m 3—6 M.

Plattenbelag aus Sandstein oder Granit. Plattenstärke 5—15 cm bei 0,25—2,0 □m Grösse. Sandstein ist bequem im Begehen, wird aber bald ausgetreten; Granit etwas hart im Begehen, besitzt den Vorzug grosser Sauberkeit bezw. leichter Reinigung und langer Dauer. Kosten: Sandsteinplatten 4—7 M., Granitplatten 7—10 M. pro □m.

Platten aus gebranntem Thon kleinen Formats (Blue Bricks, Iron Bricks etc.). Sind nicht beständig genug in ihrer Lage, aber sehr sauber und bequem zu begehen. Bettung auf Betonschicht ist kaum zu vermeiden. Kosten: je nach Musterung 6—9 M. pro □m.

Platten aus Cementbeton, quadratisch, 5—7 cm stark, in Grössen von etwa 0,3—0,4 □m, aus 1 Th. Cement und 4 Th. Kies, welcher sorgfältig zu sieben und zu waschen ist; die Kerngrösse muss gleichartig und von 4—5 mm Durchmesser sein. Die Platten bedürfen sorgfältigster Unterstopfung, sie sind bequem zu begehen, aber kaum zureichend für sehr grosse Frequenz. Kosten 4—5 M. pro □m.

Cementguss-Belag. Aus Material wie vor bestehend, aber mit gröberem Kies in den unteren Lagen, mit feinerem in den oberen Schichten zu untermischen. Stärke der Schicht 6—8 cm. Weniger günstig als Plattenbelag, weil die Wandelbarkeit des Untergrundes zu Rissen Anlass giebt, und Reparaturen und Aenderungen minder leicht, als es durch Einlegen neuer Platten möglich ist, bewirkt werden können; dauernd gute Erhaltung ist daher schwierig. Kosten 4—6 M. pro □m.

Guss- und comprimirter Asphalt. Bei guter Materialbeschaffenheit der vorzüglichste Fussweg-Belag. Unterlage am besten natürlicher Asphalt oder eine 10 cm starke Betonlage, weniger gut eine Flachpflasterung aus Ziegelstein. Stärke der Asphaltlage 1,5—2,0 cm, Dauer ziemlich gross. Kosten 5—7 M. pro □m.

Die Zeit der Ausführung neuer Strassen ist für die Entwicklung des betreffenden Anbaus von grösster Bedeutung. Es kommt viel darauf an, dass die gesammten Arbeiten, die zur Herstellung der Strasse nöthig sind — Grunderwerb, Planirung, Kanalisirung, Herstellung der Fahrbahn und des Fusssteigs —, in einer gewissen frühen Periode beendet werden, weil nur dann das neue Stadtviertel Bewohner anzulocken vermag. Dieser richtige Zeitpunkt ist aber für jede einzelne Strasse sehr schwer zu finden. Das ganze projectirte Strassennetz sofort nach der Plangestaltung auszuführen, ist wenigstens bei grösseren Stadterweiterungen nicht angänglich wegen der Ausdehnung und der Kosten der Arbeiten, namentlich aber deshalb, weil nur die Hauptstrassenzüge im Voraus fest bestimmbar sind. Für die Gemeinde würde es am vortheilhaftesten sein, wenn eine Strasse nach der andern immer nur dann fertig gestellt werden könnte, wenn ihre Bebauung mit Wohnhäusern in Angriff genommen wird, und wenn vor der Fertigstellung der einen Strasse die Bebauung einer anderen unterbleiben müsste. Ein solches Verfahren würde aber zu engherzig sein und die Baulust zu sehr herabdrücken. Für den planmässigen Vollzug einer grösseren Stadterweiterung scheint daher das auch in Berlin angewendete Verfahren empfehlenswerth, wonach alljährlich durch öffentlichen Anfruf eine Reihe von besonders geeigneten Strassen bezeichnet werden, die im Laufe des Jahres gepflastert und entwässert werden sollen; dafür gestattet das Ortsstatut dann keine Bauten ausserhalb dieser Strassen.

Jedenfalls sind die Strassenarbeiten wo möglich zu beenden, ehe mit dem Bau der Wohngebäude begonnen wird, oder doch lange ehe diese fertig sind. Abgesehen von der Erleichterung des Baus durch eine fertig gestellte Strasse übt das Vorhandensein eines bequemen Verkehrsweges zu den Neubauten einen erheblichen Einfluss auf das wohnungsuchende Publicum. Bei guter und leichter Verbindung mit den nächsten Centren werden alle Klassen der Bevölkerung gern die neuen Quartiere beziehen; ist die Communication anfangs noch erschwert, so siedelt sich leicht ein Proletariat in den Neubauten an, für das die letzteren eigentlich nicht geschaffen sind und das sehr schwer wieder zu verdrängen ist.

Nicht unerhebliche Schwierigkeiten pflegen sich bei der Kostendeckung der bisher erwähnten Arbeiten — Planirung des Terrains, Entwässerung und Kanalisirung, Herstellung der Strasse — geltend zu machen. Ein Theil der Ausgaben wird überall dem Grund-

besitzer aufgebürdet, der naturgemäss für die Zugänglichkeit des Grundstücks, die Senkung des Grundwassers, die Ableitung des Regen- und Brauchwassers aufzukommen hat. Bei kleineren Strassen, bis zu einem constanten Maximum, pflegt der Grundbesitzer auch wohl die sämmtlichen Lasten zu tragen; bei grösseren hat er einen bestimmten Bruchtheil der Gesammtkosten (1/3—2/3) zu zahlen. Die Berechnung ist namentlich noch dadurch erschwert, dass meist das zur Strassenanlage abgetretene Grundstück abgeschätzt werden muss gegen die Werthsteigerung, welche der Rest des Grundstücks durch die Anlage der Strassen erfährt; ferner dadurch, dass verschiedene Strecken ein und derselben Strasse, z. B. je nachdem sie dem Centrum näher liegen, sehr verschieden werthvoll sein können. Die beste Lösung bietet wohl der Baumeister'sche Vorschlag, Normalbeiträge festzustellen; diese sollen in abgerundeter Summe die Beitragspflicht aller Grundeigenthümer einer Strasse pro Meter Front bezeichnen und müssen regulirt werden nach dem Stadtbezirk, nach der Breite der Strassen und nach den Zeitverhältnissen (vgl. oben die Bestimmungen des Berliner Ortsstatuts, S. 16).

Von sonstigen Verkehrswegen kommen noch Pferdebahnen, Dampfbahnen und Wasserstrassen in Betracht, die aber nur wenig das hygienische Interesse berühren. Die Pferdebahnen sind in ihrem allgemeinen Netz jedenfalls in den Erweiterungsplan mit aufzunehmen, und bei der Bestimmung der Breite der Hauptverkehrsstrassen ist die Pferdebahnlage mit in Rechnung zu ziehen. Bei neuen Strassen fügt man der im übrigen erforderlichen Breite die die Breite der Gleise noch extra hinzu (1 Bahnwagen wird zu etwa 2 Meter Breite, der Mittelabstand zwischen 2 parallelen Gleisen zu etwa 3 Meter gerechnet). Als geringste erforderliche Strassenbreite legt man für neue Strassen 16 Meter, für ältere 11 Meter zu Grunde.

Die Aufnahme der Eisenbahnstränge in den Erweiterungsplan ist von weit grösserer Wichtigkeit, da enorme Kosten resultiren, wenn nach Fertigstellung der Wohngebäude die Nothwendigkeit einer Dampfbahnanlage hervortritt. In dieser Beziehung sind demnach alle Eventualitäten genau vorher zu erwägen; namentlich ist der voraussichtliche Verkehr zwischen Land und Stadt ins Auge zu fassen; eine Anlage mehrfacher Stationen im Kern und in den Vorstädten und die Verbindung dieser Stationen unter einander ist auf ihre Zweckmässigkeit zu prüfen, und auf diese Weise so viel als möglich ein nachträgliches Anlegen in bewohnte Stadttheile ein-

schneidender Schienenstränge zu vermeiden. — Die Anlage der Bahnhöfe u. s. w. äussert, wie oben erwähnt, ihren Einfluss eventuell auch auf die Gruppirung der Bevölkerung, indem sie theils die Industrie in eine bestimmte Region führen, theils in erheblicher Weise decentralisirend wirken kann. — Dampfbahnen und in geringerem Grade auch Pferdebahnen sind ferner zuweilen vorzüglich geeignet, um Colonisirung entfernter Theile des Erweiterungsplanes zu bewirken; dadurch, dass billigster und in jeder Weise erleichterter Verkehr zwischen dieser äussersten Peripherie und dem Stadtinnern resp. mit bestimmten Centren hergestellt wird, können Leute von verschiedenstem Beruf und namentlich Arbeiter veranlasst werden, in entlegeneren Vorstädten weit gesundere und bessere Wohnungen zu beziehen, als sie je für denselben Preis im Stadtinnern erhalten könnten. In solchen, zweckmässig durch gute und billige Verkehrsmittel mit der Stadt verbundenen Vorortanlagen beruht daher ein sehr aussichtsvolles Moment zur hygienischen Besserung der Arbeiterwohnungen.

Zu beachten ist endlich noch vom hygienischen Standpunkte aus, dass Eisenbahndämme den nahe anliegenden Quartieren leicht als Hinderniss für eine ordentliche Durchlüftung entgegentreten, und dass es für ein zwischen mehrere solcher Dämme gelagertes Terrain sich sogar um fast vollständiges Stagniren der Luftschichten und um ein Erschweren der Verdunstung handeln kann, das für die Bewohner im höchsten Grade lästig und nachtheilig wird.

Wasserläufe und schiffbare Kanäle sind selbstverständlich in dem projectirten Strassennetz genau zu verzeichnen. Bei letzteren ist auf breite Uferstrassen Rücksicht zu nehmen; ferner ist von vornherein auf hinreichende Höhendifferenz zwischen Wasserspiegel und Strassenoberfläche zu achten, damit Schiffe unter festen Brücken passiren können und nicht Zugbrücken nöthig werden, die den Verkehr aufs empfindlichste stören.

V. Oeffentliche Anlagen und Anpflanzungen.

Vielfach ist von hygienischer Seite die hohe Bedeutung freier Plätze und mit Bäumen oder Buschwerk bepflanzter Flächen innerhalb der Städte betont worden[1]; dabei ist allerdings die Art und

1) Küchenmeister, Können Parkanlagen u. s. w. Wien. allgem. med. Ztg. 1874. Nr. 1. — Clarke, Ueb. d. Nothwendigkeit d. öffentl. Parkanlagen. Boston med. a. surg. Journ. XCII. p. 369. — Merbach, Stadtluft u. die Vegetation. Jahrb. d. Ges. f. Nat.- u. Heilk. in Dresden. 1873—74. S. 56. — Heath, Freie Plätze in London. San. Rec. III. p. 214. — Bird, Ueber Baumpflanzungen in den Strassen. San. Rec. IX. p. 1, X. p. 130. — Fintelmann, Ueber Baumpflanzungen in den Städten. Viertelj. f. öffentl. Ges. X. S. 333. — Heath, Oeffentl. Garten-

Weise, durch welche solche Anlagen sanitären Nutzen haben, häufig nicht ganz richtig aufgefasst worden.

Der allgemeinste hygienisch wichtige Effect der freien Plätze ist jedenfalls der, dass sie Unterbrechungen des Häusermeeres darstellen, dass sie keinen Anlass zur Verunreinigung der Luft oder zur Beeinträchtigung der Luftbewegung geben und somit sanitär unbedingt günstigere Bedingungen liefern, als wenn auch diese freien Flächen bebaut und mit menschlichen Haushaltungen dicht besetzt wären. In diesem Sinne ist also jeder freie Platz als eine Wohlthat zu bezeichnen.

In den Bauplänen für eine Stadterweiterung sollten daher freie Plätze jedenfalls in reichlicher Menge vorgesehen sein. Am meisten giebt die Projectirung öffentlicher Gebäude gute Gelegenheit, eine grössere Fläche nicht mit Strassenzügen zu belegen, sondern als Platz für ein solches Gebäude aufzusparen und so reichlich zu bemessen, dass ein grösserer freier Raum übrig bleibt. Staatsgebäude aller Art, Gerichts- und Amtsgebäude, Kasernen, Postgebäude; ferner Kirchen, Schulen; Museen, Theater; Akademieen, Hospitäler; Markthallen, Schlachthäuser; Friedhöfe u. s. w. eignen sich zur Besetzung solcher öffentlicher Plätze. Für alle diese sollte der Bauplan zunächst in reichlicher Zahl und in reichlichem Maasse Vorsorge treffen, da es später keine Schwierigkeiten macht, einen zu viel aufgesparten Platz zur Bebauung zu verwenden, dagegen eine nachträgliche Anlage freier Plätze nur mit grössten Schwierigkeiten und Kosten zu bewerkstelligen ist.

Vom hygienischen Standpunkt aus sind nun aber nicht alle Plätze gleichwerthig; und zwar kommen namentlich zwei Momente in Betracht, die den hygienischen Werth eines Platzes erhöhen oder verringern können.

Zunächst ist es wünschenswerth, dass die freien Plätze mit Bäumen und Buschwerk versehen und eventuell dadurch zu Promenaden oder Spielplätzen umgewandelt werden. Unbepflanzte Plätze sind im Sommer unerträglich heiss, werden von Passanten möglichst gemieden und sind ausserdem, wenn sie mit lockerem Material gedeckt sind, eine ergiebige Staubquelle. Diese Nachtheile können durch eine zweckentsprechende Bepflanzung vollkommen aufgehoben werden.

---

anlagen. San. Rec. IX. p. 51. — Vernon, Ueber öffentl. Plätze u. Gärten. San. Rec. IX. p. 321. — Ebeling, Ueb. d. Bedeutung von Baumpflanzungen in den Städten. Verh. d. Ver. zu Magdeburg. VII. S. 58. — Meyer, Einfluss der Gasleitung auf die Vegetation. Berl. Jahrb. VI. — Heath, Nutzen von freien Plätzen und Bäumen in Städten. San. Rec. IV. p. 36, V. p. 308.

Noch wichtiger ist es in sanitärer Hinsicht, wenn die Bepflanzung so arrangirt wird, dass schattige Promenaden und Ruheplätze oder Spielplätze entstehen. Aldann bieten dieselben den Umwohnern Gelegenheit, mit wenig Aufwand an Zeit einzelne Tagesstunden im Freien zuzubringen und namentlich im Sommer sich von der Hitze der Arbeitsräume und Wohnungen zu erholen. Ein solcher zeitweiser Aufenthalt im Freien, der zugleich eine rasche Entwärmung des Körpers gestattet, wird äusserst bedeutungsvoll für Kinder in den ersten Lebensjahren während der Hochsommerperiode; für diese bildet die Möglichkeit zu längerem Verweilen im Freien eines der wichtigsten prophylaktischen und therapeutischen Mittel, um den mörderischen Krankheiten der Sommermonate zu entgehen. Wie auch für heranwachsende Kinder das Herumtummeln auf freien Plätzen segensreich wirkt und zur Vermeidung so mancher krankhafter Störungen beiträgt, bedarf keiner näheren Erörterung.

Mit diesen hochwichtigen sanitären Eigenschaften der öffentlichen Anlagen ist dann aber der Kreis ihrer Wirksamkeit auch ziemlich erschöpft. Vielfach hat man noch weiter gehen wollen und hat den Bäumen und Sträuchern eine wesentliche Verbesserung der Luft zugeschrieben, die darauf beruhen soll, dass dieselben die Kohlensäure absorbiren, Sauerstoff aushauchen, eine gleichmässigere Vertheilung der Feuchtigkeit bewirken, durch die stete Verdunstung von Wasser Ozon entwickeln u. s. w. Man hat daher jeden Baum als befähigt zum Reinigen der in bebauten Theilen verunreinigten Luft angesehen, und hat einen kleinen Complex von Bäumen gern als „Lunge der Stadt“ bezeichnet. Hier ist jedoch die Wirkung, die im Walde hervortritt, mit Unrecht auf den einzelnen Baum übertragen; man hat versäumt, die Processe der Luftverunreinigung durch einen grossen Complex von Wohnhäusern und der Luftreinigung durch einige Bäume quantitativ gegen einander abzuschätzen. Die Menge von Sauerstoff, welche ein Baum während der Belichtung producirt, beträgt nur wenige Cubikmeter im Tage; und diese können, auf die ganze Menge der passirenden Luft vertheilt, im besten Falle eine Veränderung im Sauerstoffgehalt bewirken, die noch weit unter $^1/_{1000}$ Procent bleibt. Nicht also der vermeintlichen luftreinigenden Wirkung halber, sondern wegen der Ermöglichung eines Aufenthalts im Freien, und allenfalls noch wegen des wohlthuenden Eindrucks auf Auge und Gemüth, ist die Bepflanzung der öffentlichen Plätze zu wünschen.

Häufig ist man bestrebt, auch in Strassen einzelne Bäume und Baumreihen zu unterhalten. Diese leisten aber weitaus nicht dieselben sanitären Vortheile wie die Anpflanzungen auf Plätzen. Zu

Ruheplätzen und Spielplätzen bieten die Bäume in einer Strasse meist gar keine Gelegenheit, und so beschränkt sich ihr Nutzen auf den hübschen Eindruck und auf die gelegentliche Gewährung von Schatten für das verkehrende Publicum. Von einer luftreinigenden Wirkung kann hier erst recht nicht die Rede sein. Erwägt man andererseits, dass die Bäume in den Strassen sehr schwer fortkommen, leicht durch die Ausströmungen aus den Gasleitungsröhren, durch die Verbrennungsproducte der Heiz- und Beleuchtungsmaterialien, durch äussere Gewalt beschädigt und in ihrem Wachsthum gehemmt werden, dass sie ferner den Verkehr hindern und den Häusern Licht und Wärme nehmen, so ist es einleuchtend, dass eine Beibehaltung der Strassenbäume kaum wünschenswerth erscheinen kann. Dazu kommt aber noch, dass gewöhnlich gerade zum Zweck der Anpflanzung von Bäumen Strassen von ganz ausserordentlicher, durch keine sonstigen Rücksichten indicirter Breite projectirt werden; dadurch aber wird ein Terrain verschwendet, das in dieser Form keine entsprechenden sanitären Vortheile bietet, und welches viel besser angewandt sein würde, wenn es zu freien bepflanzten Plätzen aufgespart würde.

Noch in einer anderen Beziehung sind aber die öffentlichen Plätze nicht hygienisch gleichwerthig, nämlich je nachdem sie entweder vereinzelte grössere Flächen occupiren, oder von kleinerem Umfang sind, aber sich häufig wiederholen. Letzteres Verhältniss ist vom hygienischen Standpunkt aus das wünschenswerthere. Zahlreichste Anwohner erhalten dadurch in nächster Nähe ihrer Wohnungen einen Spiel- und Ruheplatz, und nur dann ist darauf zu rechnen, dass derselbe gern benutzt und täglich zu längerem Aufenthalt besucht wird. Seltene grössere Anlagen werden ebenfalls nur den nächsten Anwohnern zum Nutzen, während die entfernteren nur an einzelnen wenigen Tagen Zeit und Gelegenheit zum Besuch dieser Plätze finden. Grössere Parks oder kleine Wälder bieten zwar ausserordentliche Annehmlichkeiten für eine städtische Bevölkerung, aber der grössere hygienische Nutzen ist entschieden auf Seite der zahlreicheren, kleinen öffentlichen Anlagen.

Um möglichst früh auch neuen Stadttheilen den Genuss bepflanzter Plätze zu gewähren, ist es nöthig Baumcomplexe, die sich im Stadterweiterungsgebiet befinden, thunlichst zu schonen und zur Bildung öffentlicher Anlagen heranzuziehen. — Fertig gestellte Anlagen sind wo möglich mit einer Einfriedigung zu versehen und dem gewöhnlichen Verkehr zu entziehen. — Vortrefflich geeignet zu Spiel- und Ruheplätzen sind nicht mehr benutzte Kirchhöfe, deren Boden nach-

weislich niemals durch die Verwesungsprocesse derart verändert wird, dass daraus sanitäre Bedenken irgend welcher Art erwachsen könnten.

VI. Bebauung der Grundstücke.

Auch das einzelne im Bebauungsplan abgegrenzte Grundstück darf offenbar der Einzelne nicht nach seinem Belieben bebauen, da er durch mancherlei Constructionen die Gesundheit oder die Interessen seiner Miether oder Nachbarn schädigen könnte. Ausser der Einsturzgefahr kommen hier wesentlich noch Feuersgefahr, die Entziehung von Luft und Licht und die Verbreitung belästigender Gerüche oder inficirender Stoffe in Betracht; und aus diesem Gesichtspunkte ergeben sich einige ganz bestimmte Einschränkungen, welche die Ausnutzung des Bauterrains, das Einhalten der Bauflucht, den Abstand der Häuser vom Nachbarhause und von den Hintergebäuden, die Höhe der Häuser und die Massregeln zur Entfernung der Abfallstoffe betreffen.

Um eine zu starke Ausnutzung des Baugrunds und eine zu grosse Dichtigkeit der Bewohnung zu hindern, ist die Forderung zweckmässig, dass ein gewisser Bruchtheil des Grundstücks stets unbebaut gelassen werde. Dieser Bruchtheil darf nicht ein constantes Maass bilden (vgl. S. 21, § 27), sondern muss in Relation stehen zu der Grösse des Grundstücks; man könnte z. B. fordern, dass 20 % jedes Grundstücks unbebaut bleiben. Bei grösseren Flächen würde sogar eine noch geringere Ausnutzung gerathen erscheinen. — Ueber den Grad der Bebauung der alten und neuen Stadttheile sind statistische Erhebungen wünschenswerth, und zwar müssen dieselben den Inhalt folgender Flächen angeben: a = Gebäude; b = frei gebliebener Raum auf bebauten Grundstücken; c = unbebaute Grundstücke, Bauplätze; d = Strassen, Plätze u. s. w.; e = Wasserflächen. — b soll also = $\frac{a+b}{5}$ sein; ferner soll bei Bebauungsplänen a + b + c etwa = 2 d sein (Baumeister).

Bezüglich der Einhaltung der Bauflucht ist zu unterscheiden zwischen Abweichungen hinter dieselbe und solchen vor dieselbe. Die letzteren verbieten sich aus Rücksichten des Verkehrs und werden durch gesetzliche Vorschriften meist auf ein sehr geringes Maass beschränkt, so dass die Hygiene keine weiteren Interessen geltend zu machen hat. Dagegen lässt das Gesetz (preuss. Ges. v. 2. Juli 1875, S. 11) ein Zurückweichen der Baulinie hinter die Strassenflucht um

höchstens 3 Meter zu, und eine Gemeinde kann die Einhaltung eines solchen Vorraums obligatorisch machen, sowie dessen Bebauung oder Benutzung zu gewerblichen Zwecken verbieten. Dadurch entstehen dann die bekannten kleinen Vorgärten, die zwar den Häusern und der Strasse ein gefälliges Aussehen geben können, aber vom hygienischen Standpunkt aus kaum Vortheile bieten, da sie zu klein sind und dem Geräusch und Verkehr der Strasse zu nahe, um zu erfrischendem Aufenthalt zu dienen. Nur bei weit beträchtlicherer Tiefe, 10—20 Meter, können sie den Anwohnern zum Nutzen gereichen; und es wäre zu wünschen, dass ein Bauen mit so grossen Vorräumen wenigstens in manchen peripherischen Stadttheilen, in Strassen mit geringem Verkehr und ohne bedeutenderen Handel, gestattet oder obligatorisch gemacht würde. Auf derartige Abweichungen der Baulinie von der Strassenflucht müsste bereits im Stadterweiterungsplan Rücksicht genommen werden.

Bezüglich der seitlichen Abstände der Häuser bieten die meisten Bauordnungen resp. gesetzlichen Vorschriften sehr abweichende und zum Theil sich widersprechende Bestimmungen; diese Verwirrung ist dadurch bedingt, dass die Interessen der Feuersicherheit, dann das Bestreben, den Seitentheilen des Gebäudes wenigstens nothdürftiges Licht zuzuführen, und ferner die viel weiter gehenden hygienischen Rücksichten auf Beschaffung von reichlich Luft und Licht dabei in Frage gekommen und zum Theil durch einander gemengt sind. — Man kann im Allgemeinen 3 Möglichkeiten unterscheiden: Entweder die geschlossene Bauweise; oder geringe seitliche Abstände, die der Feuersicherheit und der nothdürftigsten Lichtversorgung genügen; oder drittens die offene Bauweise oder das Pavillonsystem.

Die geschlossene Bauweise setzt Brandmauern, d. h. massive Mauern ohne Oeffnungen, voraus, und nutzt die gegebene Frontlänge am vollständigsten aus. Weichen die Nachbarhäuser aus einander, so bestimmen die feuerpolizeilichen Vorschriften zunächst, dass bei geringen Entfernungen ebenfalls noch eine trennende Brandmauer ohne Oeffnungen vorhanden sein muss; gewöhnlich wird als Minimum dieser Entfernung 5 Meter festgesetzt. Weiterhin kommen dann die Bestimmungen des Landrechts über Lichteinfall in Frage. Dieselben bestimmen einen nothwendigen Abstand von 3 Fuss (S. 10, § 139); da aber die Feuerpolizei schon einen Abstand von wenigstens 5 Meter für zwei mit Oeffnungen versehene Gebäude verlangt (S. 22, § 41), so setzt die Benutzung dieser Erlaubniss ebenfalls das Vorhandensein einer Brandmauer voraus. Von circa 5 Meter Abstand an dürfen nach den

jetzigen Bestimmungen beide benachbarte Wände Oeffnungen haben; jedoch kann es sich auch dann auf Grund hygienischer Principien vorläufig noch nicht um Fenster handeln, die Luft und Licht zu Wohnräumen zuzuführen bestimmt sind, sondern nur um Fenster von unbewohnten Räumen. Denn für die Fenster der an den Gebäudeseiten gelegenen Wohnungen muss die Hygiene annähernd dieselben weiten Abstände der Nachbarhäuser verlangen, wie für die Strassenfronten; das Maass des Abstandes wird abhängig sein müssen von der Höhe des Hauses und jedenfalls bedeutend grösser als die oben erwähnten 5 Meter.

Vom hygienischen Standpunkt aus erscheinen nun sehr geringe Abstände, die eine Brandmauer voraussetzen, am verwerflichsten. Es entstehen dadurch Winkel, welche gewöhnlich mit Abfallstoffen verschiedenster Art gefüllt werden, welche schwer zu reinigen sind und für Zufuhr der nothdürftigsten Mengen von Licht und Luft nicht genügen. Die betr. Bestimmung des preussischen Landrechts, welche mit 3 Fuss Abstand zufrieden ist, bedarf daher entschieden einer Aenderung. — Grössere Abstände, die zwischen 3 und 5 Meter liegen und dann eine Brandmauer voraussetzen, oder die über 5 Meter gross sind und dann an beiden Seiten Fenster gestatten, wirken günstig auf die Ausnutzung des Baugrundes und die Dichtigkeit der Bewohnung; ein gewisser Theil aller Grundstücke bleibt frei, die Luftverunreinigung wird nicht so hochgradig, die Zwischenräume gestatten eine freie Circulation und namentlich eine Luftzufuhr zu den Höfen und Hintergebäuden. Aber andererseits muss vorausgesetzt werden, dass die Fenster der Gebäudeseiten nicht die einzigen Oeffnungen dort gelegener Wohnräume sind; und so lange eine solche Anlage nicht durch strenge gesetzliche Bestimmungen verboten ist, erscheint auch der Bau mit mittleren Abständen als gefährlich. Der Gewinnst an Luftbewegung würde aufgehoben werden durch die schwere Beeinträchtigung der Licht- und Luftzufuhr für einen grossen Theil der Bewohner. — Werden die Abstände noch grösser und nähern sich der Forderung $h = b$, so ist eine solche offene Bauweise vom hygienischen Standpunkt aus unbedingt am meisten zu empfehlen; nächstdem erscheint die Bebauung mit Abständen von 5 Meter — jedoch nur mit der oben betonten Einschränkung bezüglich der Anlage von Wohnräumen an den Gebäudeseiten am wünschenswerthesten; dann aber ist eine geschlossene Bauweise unbedingt den noch geringfügigeren Abständen vorzuziehen.

Der nothwendige Abstand der Rückseite des Hauses von den dahinter liegenden Gebäuden hängt wesentlich davon ab, ob die

Fenster der Rückseite oder der benachbarten Wände zu Wohnräumen gehören. Sind solche Fenster vorhanden, welche Bewohnern ausschliesslich Luft und Licht gewähren, so sind dieselben Bestimmungen einzuhalten, die für die Strassenfronten gelten; der daraus resultirende Abstand wird nur deshalb in den meisten Fällen viel geringer als an der Strassenseite ausfallen, weil die Hintergebäude gewöhnlich eine weit geringere Höhe erreichen als die Frontgebäude. Sehr oft gehören aber die Fenster der Rückseite nur zu Wirthschaftsräumen oder zu temporär benutzten und bewohnten Gelassen; alsdann kann der Abstand erheblich geringer bemessen werden, falls auch die entgegenstehenden Fronten der Hintergebäude keine zu Wohnräumen führenden Fenster enthalten. So lange also keine eigentlichen Hofwohnungen und keine hohen Hintergebäude vorliegen, ist ein den hygienischen Grundsätzen entsprechendes Arrangement leicht ausführbar. Handelt es sich dagegen um die Construction von modernen Hintergebäuden, die auf zahlreichste Wohnungen berechnet sind, so sollte auf strengste Einhaltung der für die Strassenfronten geltenden Vorschriften gehalten werden. Freilich würden selbst unter dieser Einschränkung noch geschlossene Häusercomplexe entstehen können, die über eine weit geringere Ventilation verfügen, als die an den freien Strassen gebauten Häuser; und es liegt im hygienischen Interesse, auch diese Art von Hintergebäuden möglichst zu beschränken durch Zumessung geringer Blocktiefen. Bei einer mässigen Tiefe des Grundstücks würden hohe Hinterhäuser mit hygienisch ausreichenden Abständen überhaupt nicht ausführbar sein, und es müsste sich die Bebauung der hinteren Grundstücksflächen entweder auf unbewohnte Gebäude beschränken, oder aber die Haushöhen müssten niedrig werden — beides Ziele, die den hygienischen Interessen entsprechen.

Die Frontabstände, mit denen also die Abstände für bewohnte Hinterhäuser identisch sein sollten, sind bereits oben näher besprochen; sie fallen zusammen mit der Strassenbreite, hängen aufs innigste zusammen mit der Strassenrichtung und mit der Höhe der Gebäude und müssen durchweg wo möglich grösser sein, als früher in der fast allgemein acceptirten Formel $h = b$ angenommen wurde. — Die Haushöhe ist offenbar von grösstem Einfluss sowohl auf die Breite der Strassen, wie auf die Anlage von Hinterhäusern bei relativ geringer Tiefe des Grundstücks, und es fragt sich, ob es zweckmässig ist, auch bezüglich der Höhe der Gebäude besondere Vorschriften zu geben. Bis zu einem gewissen Grade würde allerdings schon durch die Aufnahme schärferer Bestimmungen über das Verhältniss

zwischen Haushöhe und Strassenbreite eine Beschränkung des Hochbaus eintreten. Nur in sehr breiten Strassen würden Häuser von besonderer Höhe vorkommen können. Gegen solche ist aber vom hygienischen Standpunkt der statistisch nachgewiesene schädliche Einfluss sehr hoch gelegener Wohnungen (z. B. auf die Häufigkeit der Todt- und Fehlgeburten) einzuwenden; und es erscheint daher zweckmässig, wenn eine besondere Beschränkung der Haushöhe oder der Zahl der Stockwerke in die gesetzlichen Bestimmungen aufgenommen wird. Als maximale Höhe empfiehlt es sich 20 Meter festzusetzen; als höchste Zahl der Stockwerke 5; auf die letztere Bestimmung wird man das Hauptgewicht legen müssen, weil sonst Spekulanten versuchen könnten, die beschränkte Haushöhe durch eine Vermehrung und Erniedrigung der Stockwerke zu corrigiren.

Mit Ausnahme dieser extremen Fälle wird eine gesetzliche Regelung der Haushöhe kaum angänglich sein. Freilich ist im Abschnitt „Wohnung“ bereits darauf hingewiesen, welches Interesse die Hygiene daran hat, dass wo möglich statt der Stockwerkshäuser kleinere Familienhäuser nach Art der in England und Amerika gebräuchlichen eingeführt werden und Verbreitung gewinnen. Aber die Veranlassung zur Ausführung dieses hygienischen Ideals lässt sich nur auf indirectem Wege geben. Abgesehen von den Vorbildern, die durch Baugesellschaften geschaffen werden können und deren Fertigstellung durch möglichst liberale Bedingungen seitens der Gemeinde begünstigt werden sollte, ist namentlich eine Besserung erreichbar, wenn an strengeren Vorschriften über den nothwendigen Abstand der Gebäude festgehalten wird. Das niedrige Haus bietet dann geradezu gewisse schwerwiegende Vortheile, die am ehesten auf Bauspekulanten von Eindruck sind: es erfordert eine geringere Strassenbreite, ermöglicht also die Ausnutzung eines erheblich grösseren Bruchtheils des gesammten Bauterrains zu Bauzwecken; es bedarf eines relativ geringen Abstandes vom Nachbarhause, um auch an den Seiten Wohnräume und Fenster haben zu können, es ermöglicht die Aufführung von Hintergebäuden in ähnlichen Dimensionen selbst bei mässiger Blocktiefe. Je schärfer also namentlich für neu anzulegende peripherische Stadttheile die Vorschriften über den Abstand des Gebäudes nach allen Seiten hin gefasst und zur Geltung gebracht werden, um so eher darf man hoffen hier Quartiere entstehen zu sehen, die den englischen Mustern ähnlich sind, die den Bewohnern Sinn für Häuslichkeit und Familienleben einzuimpfen vermögen, und welche die denkbar besten hygienischen Verhältnisse bieten.

Von dem fertigen, und gemäss den im Vorhergehenden aufge-

stellten Principien construirten Hause kann schliesslich noch eine Schädigung der Nachbarn und Inwohner ausgehen durch mangelhafte Vorkehrungen zur Entfernung der Abfallstoffe. Der Anschluss an die Kanalisirung muss für jedes Grundstück bezüglich der Ableitung des Brauch- und Regenwassers obligatorisch sein, da für deren Entfernung schlechterdings kein anderer Weg existirt, der nicht zur Verunreinigung des Bodens und zur Benachtheiligung der Umwohner führt. Dagegen wird man meistens für die Entfernung der Excremente verschiedene Methoden zur Wahl stellen; aber in jedem Falle wird die Aufsichtsbehörde sich die Ueberzeugung verschaffen müssen, dass die Entfernung vollständig und ohne sanitäre Nachtheile erfolgt. Besteht eine Schwemmkanalisirung, so pflegt für neue Stadttheile der Anschluss an diese das billigste und deshalb meist gewählte Verfahren zu sein; und falls für die Abschwemmung möglichst vollständiger Anschluss aller Häuser günstig oder erforderlich ist, wird auch hier sogar zwangsweise verfahren werden müssen. — Bezüglich der Wasserversorgung wird man gern so weit als möglich den Grundbesitzern freie Hand lassen; aber der Umstand, dass die Güte des Wassers von den Aufsichtsbehörden scharf controlirt wird, und dass der Wasserspiegel des Grundwassers durch die Entwässerung und die Bewohnung immer mehr sinkt, pflegt in den meisten Fällen auch ohne Zwangsmittel den Anschluss an eine bestehende Wasserversorgung durch hergeleitetes Wasser zu bewirken, auch wenn die übrigen vortheilhaften Momente der letzteren, die Temperatur und Reinheit des Wassers, die Arbeitsersparniss, die Ermöglichung einer Schwemmkanalisirung u. s. w. ihre Wirkung versagen.

Die den hygienischen Anforderungen entsprechend hergestellten Stadttheile bedürfen eines verhältnissmässig sehr geringen Maasses von Fürsorge, um sie in integrem Zustande zu erhalten.[1]) Die Reinhaltung der Bodenoberfläche und der Luft geschieht am besten da-

1) Dexter, Staub und Krankheit. Publ. Health. III. S. 214. — Sonnenkalb, Der Strassenstaub in Leipzig. Leipzig 1861. — Verrine, Einfluss d. Gassenkoths und Staubs auf die Gesundheit. St. Quentin. 1880. — Lichtenstein, Zimmerstaub und Strassenstaub. Berl. klin. Wochenschr. XI. S. 45; Strassenhygiene. Berl. klin. Wochenschr. XI. S. 50. — Strassenreinigung in Hannover. Journ. f. Gasbeleucht. XXII. S. 258. — Houzeau, Gebrauch des Chlorcalciums zum Besprengen der Wege etc. C. R. LXXXII. S. 1507. — Chem. Centrlbl. 1876. S. 616. — Strassenreinigung in London. Niederrh. Corr.-Bl. V. S. 20. — Tidy, Ueber Strassenreinigung. San. Rec. IV. S. 227. — Welsh, Ueb. Strassenreinigung. Publ. H. III. S. 359.

durch, dass man den wesentlichsten Componenten der Verunreinigung, dem Staub und Russ, prophylaktisch zu begegnen sucht; bei vollständiger und guter Pflasterung wird nur wenig Staub producirt und ebenso lässt sich die Bildung von Kohlenruss grossentheils durch zweckmässige Heizeinrichtungen verhindern; in industriereichen Quartieren ist allerdings die Luft stets in hohem Grade verunreinigt, und es bleibt nichts übrig, als durch die Lage dieser Quartiere im Osten der Stadt wenigstens so viel als möglich die übrigen Stadttheile zu schützen. — Gegen den im Sommer unvermeidlichen Staub ist eine ausgiebige Besprengung der Strassen mit Wasser erforderlich. Diese setzt meistens das Vorhandensein einer Wasserleitung und zahlreicher Hydranten in den Strassen (in etwa 100 Meter Abstand) voraus. Alsdann genügt 1 Fuhrwerk, um 2—4 Kilom. Strassenlänge 1 bis 2 mal zu befeuchten, wozu etwa 25—35 C.-M. Wasser erforderlich sind; die Saison, während welcher tägliche Besprengung nöthig ist, umfasst etwa 120 Tage. — Ferner sind die Strassen täglich sorgfältig zu reinigen, durch Arbeiter oder durch Kehrmaschinen. Die Tagesleistung eines Arbeiters beim Strassenfegen rechnet man zu 3000 bis 4000 □Meter, die einer einspännigen Kehrmaschine zu 30 000 bis 40 000 □Meter. Die Ausgabe für die Strassenreinigung, wenn sie vorzugsweise durch Maschinen bewirkt wird, beträgt zwischen 0,3 und 0,7 Mark pro □Meter und Jahr.

Von der Wasserleitung aus ist ferner eine reichliche Spülung der Rinnsteine und eventuell der Kanäle zu unterhalten. Auf letztere ist besondere Aufmerksamkeit zu verwenden, jedes Stagniren ihres Inhalts und jede Verbreitung von Kanalgasen ist möglichst zu hindern. (Das Nähere s. im Capitel „Entfernung der Abfallstoffe“.)

Zur Beleuchtung der Strassen und eventuell zur Beheizung ganzer Stadttheile werden dieselben Materialien und Constructionen verwandt, die auch für Wohnräume oder Arbeitsräume in Frage kommen; ihre hygienischen Vortheile und Nachtheile sind daher schon im Abschnitt „Wohnung“ abgehandelt.

Die im Vorstehenden zusammengestellten Anforderungen der Hygiene an Städteanlagen und Stadterweiterungen erheben keineswegs den Anspruch auf stricte Erfüllung bei allen derartigen Anlagen und binnen kürzester Zeit. Sie sind vielmehr absichtlich nur in Umrissen gegeben und lassen häufig die exacte Formulirung in Zahlen vermissen; es sollten in diesem Capitel eben nur im Allgemeinen die berechtigten Wünsche der Hygiene zur Geltung gebracht, gleichsam

ein Ideal der Hygiene construirt werden, dem man sich in der Praxis bis zu einem gewissen Grade nähern kann, nicht aber eine fertige Schablone, die für alle derartige Anlagen passt. Genauere Angaben werden erst möglich sein, wenn praktische Versuche gemacht sind und ergeben haben, in wie weit namentlich verschiedene locale Verhältnisse die Aufstellung von Normen zulassen und in wie weit sie nothwendige Abweichungen bedingen.

Einige besonders wichtige Fragen, welche zum Bereich der Städteanlagen gehören, wie die Entfernung der Abfallstoffe, die Wasserversorgung u. s. w. finden ihre ausführlichere Erledigung in den folgenden Capiteln und wurden daher hier nur flüchtig gestreift; ebenso muss bezüglich der specielleren Anlagen, wie der Arbeiterquartiere u. s. w. auf die nächsten Abschnitte verwiesen werden.

DIE

ENTFERNUNG DER ABFALLSTOFFE

VON

Dr. FR. ERISMANN in Moskau.

I.

Einleitung; historischer Ueberblick.

Von Alters her sehen wir die Menschen im Kampfe mit ihren eigenen Auswurfstoffen begriffen und darauf bedacht, dieselben dem Auge und auch dem Geruchsinn zu entziehen. Als Haupttriebfedern dienten hierbei: erstens der dem Menschen angeborene, wenn auch oft sehr rudimentär entwickelte Reinlichkeitsinstinkt, und zweitens die Furcht vor Seuchen, deren Entstehung von jeher mit Verunreinigung der Luft oder des Wassers in Zusammenhang gebracht wurde. Es ist für den Hygieniker von Interesse zu wissen, mit welchen Mitteln zu verschiedenen Zeiten und unter verschiedenen Verhältnissen dieser Kampf geführt wurde.

Im Allgemeinen hielten die angewendeten Verfahren Schritt mit der jeweiligen Kulturentwicklung des gegebenen Volkes; im Einzelnen begegnen wir jedoch oft Abweichungen von dieser Regel, die sich dadurch erklären lassen, dass die Vorrichtungen zur Entfernung der Auswurfstoffe in engem Zusammenhange stehen mit der durch Lebensgewohnheiten oder politische Zustände veranlassten Bauart der Ortschaften, und dass die einmal bestehenden Verhältnisse nur mit grossen materiellen Opfern durch vollkommenere Einrichtungen ersetzt werden können.

Es braucht kaum erwähnt zu werden, dass nomadisirenden Völkern durch die Abfallstoffe schwerlich Unannehmlichkeiten erwachsen: Anhäufungen grösserer Mengen dieser Stoffe auf beschränktem Gebiete finden beim Nomadenleben nicht statt, und die auf ausgedehnten Flächen zerstreuten Dejectionen erleiden unter dem Einfluss der Atmosphärilien und des Erdbodens bald derartige Veränderungen, dass sie zu keinerlei Uebelständen Veranlassung geben.[1])

---

1) Die wohlthätige Wirkung der natürlichen Factoren (Sonne, Wind, Regen u. dgl.) auf die Abfallstoffe kann unter den Verhältnissen des Nomadenlebens noch durch einfache Mittel (Bedecken der Dejectionen mit Erde, Vernichtung brennbarer Abfallstoffe durch Feuer) unterstützt werden. Die mosaische Gesetzgebung enthielt hierüber Vorschriften, die leider in späterer Zeit allzusehr in Vergessenheit gerathen sind. (Siehe hierüber Dr. Ehrle „Geschichte der Gesundheitspflege im Alterthum“ in Deutsche Vrtljhrsschr. f. öff. Gesundheitspfl. X. S. 218.)

In ähnlicher, wenn auch weniger günstiger Lage befinden sich solche ständige Ansiedelungen, bei denen die einzelnen Wohnungen zerstreut liegen, wie dies bei der Bauart der Dörfer der Fall ist. Hier bestehen und bestanden von jeher in Bezug auf Ansammlung der Abfallstoffe die allerprimitivsten Einrichtungen, ohne dass das ästhetische Gefühl der Landbevölkerung dadurch beleidigt worden wäre. Da ausserdem die Beseitigung dieser Stoffe den Dorfbewohnern keinerlei Verlegenheiten bereitet, da dieselben unmittelbar zum Düngen von Acker- und Wiesenland verwendet werden, so ist es begreiflich, dass die Frage nach einer besseren Methode der Ansammlung und Abfuhr des Unrathes in den Dörfern bis jetzt weder von den Betheiligten selbst erhoben, noch auch von den Vertretern der Gesundheitslehre besonders betont worden ist.

Mit viel grösseren Schwierigkeiten als für die zerstreuten Ansiedelungen war eine zweckmässige Beseitigungsart der Excremente und anderer Abfallstoffe von jeher für die Städte verknüpft, — erstens, weil sich hier auf relativ kleinem Gebiete grosse Mengen von Unrath anhäuften und zweitens, weil die Stadtbevölkerung keine directe Verwendung für denselben finden konnte. Da in Folge dessen die Abfuhr der Fäcalien und anderer Abfälle mit Kosten verbunden war, welche die Städter nicht gerne trugen, so ist begreiflich, dass es nach und nach zu bedenklichen Ansammlungen von Unrath in den Städten selbst kam. Die hierdurch erzeugten Uebelstände wurden natürlich um so grösser, je gedrängter die Häuser standen, je kleiner die Höfe, je enger die Strassen waren und je dichter die Bevölkerung lebte.

Wenn wir nun die historische Entwicklung der Frage über die Beseitigung der städtischen Abfallstoffe überblicken, so tritt uns in erster Linie die Thatsache entgegen, dass in vielen Städten des Alterthums diesem Gegenstand grosse Aufmerksamkeit zu Theil wurde, und dass hier dasselbe System der Städtereinigung, wenn auch in unvollkommener Ausführung, zur Anwendung kam, welches auch gegenwärtig vielfach für das beste gehalten wird, — die Entfernung der Fäcalien und Schmutzwässer durch unterirdische Kanäle mit Wasserspülung. Nach den Berichten Layard's hatten die Strassen der Stadt Babylon Schwemmsiele von sehr grossen Dimensionen, und zwar standen dieselben mit den Häusern durch Seitenkanäle in Verbindung.[1]) In den egyptischen Städten existirten ähnliche Kanäle, und die Egypter verwendeten ihre Gefangenen zur Reinigung derselben. Grosse Berühmtheit hat die sog. Cloaca maxima in Rom erlangt, welche, 600 Jahre v. Chr. von Tarquinius dem Aelteren erbaut, ursprünglich allerdings nur zur Entsumpfung des Forums bestimmt war, später jedoch dazu benutzt wurde, die ihr durch zahlreiche Nebenkanäle zuströmenden Auswurfstoffe aus den Häusern der Tiber zuzuführen. Die Kloake hatte eine Höhe von 5 Meter und eine Breite von über 4 Meter, war aber vermuthlich mangelhaft angelegt (ungenügendes Gefälle und schwache Spülung), denn 400 Jahre nach ihrer Herstellung mussten 1000 Talente (beinahe 5 Mill. Mark) für ihre Reinigung verausgabt werden.[2]) Ausser Rom selbst, wurden auch zahlreiche andere von

1) Fonssagrives, Hygiène et assainissement des villes. p. 223.

2) Bürkli, Ueber Anlage städtischer Abzugskanäle und Behandlung der Abfallstoffe aus Städten. S. 1. 1866.

den Römern erbaute Städte mit Abzugskanälen versehen; leider aber geriethen alle diese Anlagen nach dem Untergange des Römerreiches allmählich in Zerfall, da die „Barbaren" ihre Bedeutung nicht zu würdigen wussten und auf ihren Unterhalt in keiner Weise bedacht waren.

Das Mittelalter hatte überhaupt wenig Sinn für Reinlichkeit und begnügte sich mit den allerunvollkommensten Einrichtungen: die Städtebewohner liessen ihre Excremente theils in den Boden unter und neben ihren Häusern versinken, theils benutzten sie zur Beseitigung des Unrathes die Stadtgräben und alle zugänglichen Wasserläufe; hie und da wurden die Gräben überwölbt und sogar mit Häuserreihen überbaut. Auf diese Weise gelang es allerdings, die missliebigen Stoffe ohne Kosten dem Anblicke zu entziehen, aber der Untergrund der Städte wurde dadurch in eine grosse Abtrittsgrube verwandelt und die Stadtgräben und Kanäle nahmen den Charakter von Kloaken der schlimmsten Art an: ohne jegliches System angelegt, mit meist durchlässigem Boden und ebensolchen Wandungen, ohne hinreichendes Gefälle, oft ohne Spülung (mit Ausnahme derjenigen, welche von Zeit zu Zeit durch heftigere Regengüsse bewirkt wurde), gaben sie Veranlassung zu den scheusslichsten, jeglicher Anforderung an Reinlichkeit spottenden Zuständen, deren Beseitigung eine der wichtigsten, aber auch schwierigsten Aufgaben der Gegenwart bildet. Allerdings scheinen schon im 14. und 15. Jahrhundert manche Stadtbehörden in Deutschland die Ansammlung von Auswurfstoffen in unmittelbarer Nähe menschlicher Wohnungen als verwerflich erkannt zu haben. Wenigstens datiren aus dieser Zeit zahlreiche Polizeiverordnungen, welche den Bürgern verboten Harn oder andere unsaubere Dinge auf die Strassen zu giessen.[1]) Doch konnten solche Bestrebungen bei den, einer systematischen Reinhaltung äusserst ungünstigen baulichen Verhältnissen der Städte auf keinen besonderen Erfolg rechnen und blieben denn auch im Allgemeinen resultatlos. Den besten Beweis hierfür liefern die noch gegen-

1) In Nürnberg wurden bereits im 14. Jahrh. „die heimlichen Gemächer bei Nacht durch Arbeiter, Pappenheimer genannt, geräumt" und der Unflath in die Pegnitz geführt. — In Augsburg wurden im Jahre 1387 die inneren Stadtgräben tiefer gelegt, und sahen sich 1408 die Gemeindebevollmächtigten veranlasst, den grössten Theil dieser Kanäle von den angehäuften Küchenabfällen und sonstigem Unrathe mit einem Kostenaufwande von 300 Goldgulden reinigen zu lassen. — Das Passauer Statut vom Jahre 1535 bestimmte, nach der alten Reimchronik, u. A. Folgendes:

„Holz oder Unflath vor den Thüren
Ist binnen drei Tagen wegzuführen ....
So wie auch mit dem Schweinehalten
Soll geschehen wie vor Alten,
Damit Niemand keinen Unflath
Vor seiner Thür oder auf der Gasse hat.
Unsauberes aus den Häusern giessen
Wird man auch mit Strafe büssen" u. s. w.

Aehnliches verordnete im Jahre 1370 eine Polizeiverordnung für die Stadt München (Lammert, Zur Geschichte des bürgerlichen Lebens und der öffentlichen Gesundheitspflege u. s. w. S. 13. 1880).

wärtig bestehenden Zustände, deren wenig erbaulichen Schilderungen wir überall begegnen, wo unter dem Einflusse der neuen Aera, in welche die öffentliche Gesundheitspflege im Laufe der letzten Decennien getreten ist, die bestehenden Einrichtungen für Beseitigung der Auswurfstoffe einer eingehenden Kritik unterzogen werden. Unter den deutschen Städten erinnere man sich z. B. an das seine Kanalisation erst jetzt zu Ende führende Berlin, mit seinen primitiven Abtrittverhältnissen, seinen berüchtigten Strassenrinnsteinen, die ihren stinkenden Inhalt in trägem Laufe den unterirdischen Kanälen zuwälzten, in welche, nach dem Ausdruck Hobrecht's[1]), Alles eingeleitet wurde, dessen man sich für den Augenblick entledigen wollte.

Nicht besser sah es, nach der Schilderung Varrentrapp's[2]), in Frankfurt a. M. aus, wo das Haus- und Küchenwasser, vermischt mit dem Strassenkoth, in den neben den Fusssteigen angebrachten Rinnen dahinlief, bis es endlich eine Senkgrube oder einen Kanal traf, in welchen es sich ergiessen konnte. Der Grubeninhalt war von den schlecht gemauerten, in mangelhafter Form und Grösse hergestellten Strassenkanälen gesetzlich ausgeschlossen, gelangte aber doch theilweise in dieselben, so dass manche Kanäle, in Folge schlechter Spülung, fast bis zum Scheitel gefüllt waren mit dicker, schwärzlicher, stinkender Masse. — Die Verhältnisse in Danzig, vor Ausführung des gegenwärtigen Kanalisationssystems, beschreibt Tiede[3]) folgendermaassen: „Senkgrube neben Senkgrube unter Häusern und Strassen, theils in Folge Belagerungsnoth entstanden, theils in Folge angeerbter Unreinlichkeit Jahrzehnte lang ungereinigt geblieben; sogenannte Trummen, die sich in den Strassen den Häusern entlang zogen, und in welche die ärmeren Bewohner der geringeren Stadttheile, ungeachtet aller polizeilichen Verbote, oft am hellen Tage ungenirt die Nachtgeschirre entleerten . . .“. Man nehme dazu noch die furchtbare Verunreinigung der die Stadt durchziehenden Mottlauarme, und man hat das kaum beneidenswerthe Bild, welches Danzig noch vor wenig Jahren gewährte. — Von Freiburg im Breisgau lesen wir, dass sich daselbst neben einer grösseren Anzahl theilweise mangelhaft cementirter Abtrittsgruben und einigen wenigen Tonnen in öffentlichen Gebäuden, noch etwa 1000 Kloakengruben (Versitzgruben) von altem Schrot und Korn vorfinden; die ältesten derselben sind gewölbeartige Gruben von flacher oder zuckerhutförmiger Gestalt, haben eine Tiefe von 30 bis 40 Fuss und bis zu 20 Fuss Durchmesser. Nur wenige liegen von den Häusern abgerückt; manche durchsetzen sogar die Grundmauer oder stehen geradezu im Keller des Hauses. Ihre Bauart zielte in bestimmter Absicht auf Durchlässigkeit ihrer Wände ab. Unter der chemischen Einwirkung des durchsickernden Kloakeninhaltes ist das umgebende Erdreich bis auf 10—15 Fuss Entfernung von der Grube ringsum in eine speckige, schwarze Masse umgewandelt, die an der Luft starken Gestank verbreitet. Ausser den Kloakengruben besitzen die mei-

---

1) Hobrecht, Deutsche Vrtljhrsschr. f. öff. Gesundheitspflege. I. S. 225.

2) Varrentrapp, Ueber Entwässerung der Städte. S. 6. 1868. — Siehe auch Oven „Darstellung der alten Kanalisation Frankfurts“ in der Vrtljhrschr. f. öff. Gesundheitspflege. II. S. 506.

3) Tiede, Schwemmkanalisation und Berieselungssystem oder pneumatische Kanalisation und Düngerfabriken. S. 2. 1874.

sten Häuser Freiburgs sogenannte Senkgruben, die nicht selten 50 Fuss tief sind und ursprünglich nur zur Aufnahme von Meteor- und Brunnenwasser bestimmt waren, grossentheils aber dieser Bestimmung nicht treu geblieben sind und gegenwärtig durch Putz-, Wasch- und Küchenwasser, gewerbliches Abwasser, Jauche und flüssige Excremente vielfach verunreireinigt werden.[1] — Die Abtrittgruben Kölns sind Schachte (Thürme genannt), bis zu 12 Meter Tiefe, welche zugemauert werden, sobald sie gefüllt sind.[2] — Versitzgruben von enormer Grösse existiren nach Göttisheim auch in Basel. — Zürich konnte sich vor Ausführung des gegenwärtigen Kübelsystems der scheusslichen „Ehegräben" rühmen, welche den engen Raum zwischen Nachbarhäusern einnahmen und als Unrathbehälter dienten. — Die Excremente und Schmutzwässer Königsbergs, soweit sie nicht in den Untergrund der Stadt versinken, gelangen theils direct durch Rinnsteine und Trummen, theils durch Vermittlung des im Centrum der Stadt gelegenen Schlossteiches, dessen Wasser sie verpesten, schliesslich in den Pregel.[3] Solche und ähnliche Zustände existiren auch gegenwärtig noch, mit wenigen Ausnahmen, in allen deutschen Städten.

Die niedrig gelegenen holländischen Städte Amsterdam, Dordrecht u. s. w., lassen den Abtrittgrubeninhalt einfach in die sogenannten Grachten (Wasserkanäle) überlaufen; nur in den von den Grachten entfernteren Strassen befinden sich Gruben, deren Inhalt ausgepumpt wird. Uebrigens werden auch aus vielen Häusern Abtrittskübel direct in die Grachten entleert, und ist daher das Wasser der letzteren an manchen Stellen durch schwimmende Fäcalien, Küchenabfälle und sonstigen Unrath verunreinigt.[4]

Die italienischen Städte haben nach Uffelmann[5]) theils alte, den Römerzeiten entstammende, theils aber völlig neue Siele für das Regen- und Hauswasser; meist strömt die Sielflüssigkeit den nächstgelegenen Wasserläufen oder dem Meere zu (Genua, Livorno); nur in Mailand und Turin wird sie theilweise zur Berieselung von Kulturland verwendet. Die Excremente gelangen aus den Aborten grösstentheils in Latrinen und grosse unterirdische Cisternen, welche hie und da sich bis unter die Strasse erstrecken (Florenz). Wo Wasserklosets im Gebrauche sind (Genua, Rom), können die Excremente von städtischen Sielen nicht mehr völlig fern gehalten werden. An mehreren Orten, wie z. B. in Neapel, hat der Zustand der alten Siele und die übliche Abfuhrweise der Excremente zu den gravirendsten Uebelständen Veranlassung gegeben.

Die österreichischen Städte besassen im Mittelalter ähnliche

---

1) Kast, Reinigung und Entwässerung in Freiburg im Breisgau. 1876.

2) Salviati, Roeder u. Eichhorn, Die Abfuhr und Verwerthung der Dungstoffe. 1865.

3) Wiebe, Genereller Entwurf eines Kanalisationssystems zur Reinigung u. Entwässerung Königsbergs. 1880.

4) Bericht der Münchener Commission über die Besichtigung der Kanalisations- und Berieselungsanlagen in Frankfurt a. M., Berlin, Danzig, Breslau u. s. w. (Beilage VII z. III. Ber., S. 6. 1879).

5) „Die öffentliche Gesundheitspflege in Italien." Deutsche Vjschr. f. öffentl. Gesundheitspflege. XI. S. 361.

Einrichtungen zur Beseitigung des Unrathes wie die deutschen[1]): in den Höfen befanden sich Senkgruben, welche die Excremente und Schmutzwässer des ganzen Hauses aufnahmen; ausserdem waren Strassenrinnsteine vorhanden. In Prag existirten einzelne Siele schon im 14. und 15. Jahrh.; im 17. Jahrh. wurden mehrere gewölbte Abzugskanäle gebaut, deren einer dazu bestimmt war, die sämmtlichen Abwässer und Dejecte des Klementinums mit Hilfe von Wasserspülung in die Moldau abzuführen. Frühe schon wurden in den meisten österreichischen Städten, in Folge von Polizeiverordnungen und Bauordnungen, die Rinnsteine und Gossen in gedeckte Kanäle verwandelt; im Jahre 1864 wurden sogar in Böhmen durch Bauordnung die Senkgruben aufgehoben und die Einleitung der Fäcalien und Abwässer in die Kanäle angeordnet, welche ihren Inhalt schliesslich den Flüssen übergeben; doch wurden hierdurch bei der ungenügenden, systemlosen Anlage der Kanäle die Zustände kaum gebessert.

Eine grosse Zahl französischer Städte besitzt, neben gemauerten, aber trotzdem mehr oder weniger durchlässigen Abtrittgruben, schon seit alter Zeit ein unvollständiges System unzweckmässig gebauter Siele, die sich meist durch gewaltige Dimensionen (Paris, Lyon, Marseille), unzureichendes Gefälle und mangelhafte Spülung auszeichnen und in Folge dessen von jeher zu beständiger Stagnation des Inhaltes, Verpestung der Strassenluft und überhaupt zu unliebsamen Zuständen aller Art Veranlassung gaben.[2]) Interessant und lehrreich ist der Kampf, welchen die Stadt Paris seit Jahrzehnten mit ihren Unrathsmassen führt. Das leitende Princip, für welches sich seiner Zeit auch Napoleon III. und sein Seinepräfect Hausmann lebhaft interessirten, bestand in Folgendem: vollständige Trennung des Haus- und Strassenwassers von den Fäcalien, Ableitung der als unschädlich betrachteten Schmutzwässer in die Seine, und Nutzbarmachung der Fäcalien für die Landwirthschaft. Bis zum Ende des 14. Jahrh. strömten die gesammten Abfallstoffe und Dejectionen der Pariser Bevölkerung in offenen Gräben noch innerhalb der Stadt der Seine zu; am Ende des 18. Jahrh. hatte Paris nur 16 Kilometer gedeckter Strassenkanäle, im Jahre 1854 schon 142 Kilometer. Vom Jahre 1856 an begann, behufs Entlastung des Seinelaufes innerhalb der Stadt, unter Leitung Belgrand's, der Bau der grossen Sammelkanäle (Collectoren), in Verbindung mit einem planmässig angelegten Sielsysteme, welches übrigens auch gegenwärtig noch nicht vollendet ist.[3]) Die Abtrittgruben wurden in Paris erst nach Mitte des 16. Jahrh. in Folge einer Parlamentsverordnung eingeführt; aber die Gruben waren meist nicht wasserdicht, Boden und Brunnen wurden stark inficirt. Sowohl die Bauart der Gruben, als auch die Art der Entleerung derselben, waren Gegenstand zahlreicher Polizeiverordnungen, deren Zahl und Inhalt einen leb-

1) Kaftan, Die systematische Reinigung und Entwässerung der Städte. 1880.

2) Fonssagrives a. a. O. S. 228.

3) Im Jahre 1879 betrug die Totallänge der Pariser Siele 620 Km., und da die Gesammtlänge der Strassen 1040 Km. ausmacht, so sind noch 420 Km. Siele zu bauen; ausserdem ist das System der Collectoren zu vervollständigen. Die hierzu nöthige Ausgabe ist auf 44 Millionen Frs. veranschlagt (Note du directeur des travaux de Paris sur la situation du service des eaux et égouts etc. p. 50. 1879).

haften Beweis für die Verlegenheit liefern, in welcher man sich in Bezug auf Ansammlung, Beseitigung und Verwerthung der Abfallstoffe befand. Mit Zunahme des Wasserverbrauches in den Häusern wuchs die Verlegenheit; die in grösster Nähe bewohnter Stadttheile gelegenen Ablagerungsdepots für Fäcalien (namentlich die „voirie" von Montfaucon) wurden durch Luftverpestung unerträglich; man suchte die Nutzbarmachung der Fäcalien durch Poudrettebereitung (Fabrik zu Bondy) zu verwirklichen, versuchte verschiedene Systeme von Abtrittgruben und Tonnen, mit und ohne Trennung der festen Fäcalbestandtheile von den flüssigen, trachtete danach möglichst wenig werthvolle Dungstoffe zu verlieren, musste sich aber schliesslich davon überzeugen, dass es unmöglich sei, die Reinheit des obengenannten Principes zu bewahren, und gestattete im Jahre 1867 definitiv den directen Abfluss des flüssigen Inhaltes der mit Trennungsvorrichtungen versehenen Gruben und Tonnen in die Siele, nachdem derselbe in früheren Jahren zeitweilig gestattet, bald darauf aber wieder verboten worden war[1]). Die Verschlammung des Seinebettes und die Verunreinigung des Flusswassers durch den Kanalinhalt hatten aber mittlerweile solche Dimensionen angenommen, dass die Stadt Paris sich genöthigt sah, energische Maassregeln zur Entlastung der Seine zu ergreifen und ernsthafter an die Verwendung des Kloakenwassers zur Berieselung zu denken, womit denn auch im Jahre 1866 begonnen wurde.

Auch die englischen Städte besassen noch im Anfange dieses Jahrhunderts durchgehends Abtrittgruben mit mehr oder weniger durchlässigen Wandungen und ausserdem Abzugskanäle für das Regen- und Küchenwasser, wobei die Einleitung der Abtrittjauche in diese Kanäle untersagt war. Infiltration des Bodens mit Fäulnissstoffen, sowie Verpestung der Luft in Häusern und Strassen, blieben hierbei natürlich ebensowenig aus, wie in den Städten des Kontinents. Aber der entwickelte Reinlichkeitssinn der Engländer empörte sich im Laufe der letzten Dezennien lebhaft gegen die von den Vorfahren ererbten Zustände und das Kloset mit Wasserspülung verdrängte vielerorts die früheren Aborteinrichtungen. Allerdings wurde hierdurch anfänglich die Bodeninfiltration vermehrt, da man dem Ueberflusswasser der mit Wasserklosets versehenen Abtritte den Eintritt in die mangelhaften Strassenkanäle nicht verwehren konnte. Doch schon im Laufe der 40er Jahre wurden zur Untersuchung der hierdurch geschaffenen Zustände besondere Kommissionen ernannt, deren Berichte an das Parlament im Jahre 1848 zum Erlass der sog. „Act for promoting the public health" (Gesetz zur Beförderung der öffentlichen Gesundheit) und zur Ernennung des „General board of health" (Centralgesundheitsamt) führten, — einer Behörde, welche mit allen Attributen einer eingreifenden administrativen Oberinstanz ausgestattet wurde. Durch den „Gesundheitsakt" wurde die Ernennung der Ortsgesundheitsämter verordnet, denen u. A. die Unterhaltung und Ueberwachung der Entwässerungs- und Schwemmkanäle, der Einrichtungen für Beseitigung aller Abfalls- und

---

1) Die Details über das in Paris eingerichtete Abfuhrsystem findet man u. A. in folgenden Werken: Bürkli, Ueber Anlage städtischer Abzugskanäle. S. 6—25. — Kaftan a. a. O. S. 70—74. — Note du directeur des traveaux au ministère de l'intérieur. Les eaux et égouts de Paris. 1880.

Schmutzstoffe, die obligatorische Einrichtung der Wasserklosets in öffentlichen und Privatgebäuden u. dgl. übertragen wurde. Bis zum Jahre 1870 war das Gesetz in den meisten Städten und in vielen halbländlichen Ortschaften, im Ganzen in 700 Orten, eingeführt.[1]) Der wichtigste der vom Centralgesundheitsamte erstatteten Berichte ist unstreitig die „Instruction über die Ableitung des Abwassers aus Wohnungen und öffentlichen Gebäuden, über die Anlage von Abzugskanälen und die Reinigung von Städten“ vom Juli 1852. Nach dem Ausdrucke Bürkli's[2]) wurden in dieser Schrift den Lokalbehörden die Anleitungen zur vortheilhaftesten Anlage der Abzugskanäle gegeben, dabei gänzlich mit den bis zu jener Zeit verfolgten Grundsätzen gebrochen und dem grösseren Theile der Techniker der Fehdehandschuh hingeworfen. Die leitenden Grundgedanken derselben gipfelten in der Erkenntniss: dass die bisherige Uebung, durchgehends Kanäle aus Stein oder Backstein zu bauen, die gross genug angelegt sind, damit Arbeiter hineinsteigen und die Ablagerungen von Hand beseitigen können, falsch sei, weil gerade hierdurch Anlass zur Absetzung der im Wasser suspendirten Stoffe gegeben werde; dass solche Kanäle, wegen der grossen Kosten ihrer Erbauung und ihres Unterhaltes, sowie auch wegen der fruchtlosen Versuche, sie frei von Ablagerungen zu erhalten, eine Verschwendung seien; dass nach den vorliegenden Erfahrungen Röhrenkanäle aus den Häusern und Strassenkanäle von passendem Profil, Gefälle und Material keine Ablagerungen entstehen lassen, keinen Geruch verbreiten und keine ausserordentliche Wasserzuleitung verlangen, um rein gehalten zu werden; dass bei einem passenden Systeme von vereinigter Wasserversorgung und Wasserableitung kein Unrath weder in den Haus- noch in den Strassensielen so lange zurückgehalten werde, um in Fäulniss überzugehen; dass es im Interesse der Sparsamkeit sowohl, als der Gesundheit der Einwohner wichtig sei, die Fortschwemmung des Unrathes in Wasser durch vereinigte Wasserversorgung und Abzugskanäle in allen Häusern, namentlich aber in den von der ärmsten Klasse bewohnten, einzuführen.

In der That haben diese Grundsätze wesentlich zu der im Laufe der letzten drei Dezennien erfolgten, äusserst wohlthätigen Revolution in der Technik der Städtereinigung beigetragen und liegen all' den grossartigen Werken zu Grunde, die im sanitären Interesse in neuerer Zeit in englischen und auch in einigen deutschen Städten ausgeführt worden sind. Aber das Centralgesundheitsamt ging noch weiter: es machte in einer anderen Schrift, die ebenfalls im Jahre 1852 erschien, darauf aufmerksam, dass durch Einführung der Wasserklosets und des Schwemmsystemes mit direkter Einleitung des Kloakeninhaltes in die Wasserläufe die letzteren nothwendigerweise sehr verunreinigt werden müssten, dass dagegen durch Vertheilung des Kanalwassers auf die Felder dasselbe eine äusserst nützliche Verwendung finden könnte.

Hiermit war in grossen Umrissen das Princip der Städtereinigung ausgesprochen, welches seit jener Zeit so vielfach praktische Anwendung

1) Finkelnburg, Die öffentliche Gesundheitspflege Englands. S. 18—25. 1874.

2) Bürkli, a. a. O. S. 34.

gefunden hat und an welchem auch die Gegenwart, trotz mancher Vervollkommnungen im Einzelnen, wesentlich nichts geändert hat.

Auf Grund der Gesundheitsakte vom Jahre 1848, und unter dem Einflusse der Veröffentlichungen des Centralgesundheitsamtes, entstand im Laufe der 50er Jahre in England ein reges Leben im Gebiete der Städtereinigung, verbunden mit einem heftigen Kampfe von Seite der Vertreter verschiedener Systeme; und obgleich dieser Kampf nicht immer mit der nöthigen Ruhe und Objectivität, sondern oft mit Erbitterung und Leidenschaft geführt wurde, so diente er doch dazu, die Ansichten allmählich zu klären, die Vorzüge und Nachtheile der verschiedenen Systeme ans Licht zu bringen, zahlreiche praktische Versuche ins Leben zu rufen und auf diese Weise ein schätzbares Material zu schaffen, das bei Ausführung neuer Anlagen weitgehende Berücksichtigung verdient. Noch gegenwärtig trifft man in England zahlreiche Methoden der Beseitigung und Verwendung der Abfallstoffe, und eine allgemeine Uebereinstimmung in der Beurtheilung derselben ist noch nicht zu Stande gekommen; aber überall herrscht das Bestreben, endgültig mit den früheren Zuständen zu brechen. Eine hervorragende Verbreitung hat im Laufe der letzten dreissig Jahre die Schwemmkanalisation mit Verwendung des Sielwassers zur Berieselung von Culturland erlangt.

Wir können diesen historischen Ueberblick nicht abschliessen, ohne uns noch einmal Deutschland zuzuwenden, wo sich im Laufe der Zeit eine sehr energische und fruchtbare Bewegung zu Gunsten der Beseitigung althergebrachter Uebelstände geltend gemacht hat. Die zunächst interessirten Stadtbehörden lassen durch ihre Techniker und Aerzte die in anderen Ländern bestehenden Einrichtungen studiren; die Lösung vieler Detailfragen wird auf dem Wege des Experimentes angestrebt; in technischen und ärztlichen Kreisen wird die Frage der Städtereinigung vielfach ventilirt; und wenn es auch hierbei nicht immer ohne gegenseitige Gereiztheit abgeht, wenn auch einseitige Parteistellung oft der Sache vorübergehend Eintrag thut und eine klare Objectivität nicht immer zur Geltung kommen lässt, so kann doch nicht geleugnet werden, dass wir uns im Ganzen auf dem richtigen Wege befinden, der uns dazu führen wird, unter Anerkennung gewisser, feststehender Principien, in jedem einzelnen Falle das den Lokalverhältnissen am meisten Entsprechende zu finden.

Leider ist auch gegenwärtig noch die Mehrzahl der deutschen Städte nicht über das alte System der mehr oder weniger durchlässigen Abtrittgruben und der technisch schlecht ausgeführten Abzugskanäle herausgekommen; einzelne Städte (München, Stuttgart, Strassburg) besitzen möglichst dichte Abtrittgruben und Vorrichtungen zu „geruchloser“ Leerung derselben; wieder andere (Augsburg, Heidelberg) haben das Tonnensystem, und zwar ohne Trennung der festen Fäcalien von den flüssigen, eingeführt; endlich sind einige Städte (Hamburg, Danzig, Frankfurt a. M., Berlin, Breslau) vollständig oder theilweise mit einem Schwemmkanalisationssystem nach englischen Principien versehen, und für weitere Städte (München, Königsberg) sind schon die Projecte zur Herstellung eines einheitlichen Kanalsystemes ausgearbeitet.

Die erste regelrecht kanalisirte Stadt Deutschlands war Hamburg,

dessen gegenwärtiges Entwässerungssystem in der Mitte der 50er Jahre nach dem grossen Brande ausgeführt worden ist. — Sehr lange wurde in Berlin das Project der Kanalisation deliberirt: im Jahre 1861 ward von der preussischen Regierung eine unter Leitung Wiebe's stehende Kommission nach Hamburg, Paris und England geschickt mit der Aufgabe, vornehmlich die Schwemmkanalisation gründlich zu studiren. Nach seiner Rückkehr wurde Wiebe mit der Ausarbeitung eines Projectes für die Reinigung und Entwässerung Berlins betraut. Im Jahre 1867 setzte der Magistrat eine Kommission ein, welche das Wiebe'sche Project prüfen und bestimmte Vorschläge in dieser Angelegenheit machen sollte. Nachdem diese Kommission eine Reihe grosser und werthvoller Arbeiten unternommen hatte (Studium der Bodenverhältnisse, Berieselungsversuche, Untersuchungen über die Wirkung verschiedener Desinfectionsmittel u. s. w.), wurden sodann vom Baurathe Hobrecht die Pläne für eine systematishe Kanalisation Berlins entworfen und von der Stadtverordnetenversammlung genehmigt. Im Jahre 1873 wurde der Bau der Kanäle in Angriff genommen und wird seitdem energisch fortgesetzt. — Die Kanalisationsarbeiten in Frankfurt a. M. begannen im Jahre 1867, nachdem schon 1854 die ersten Anträge auf systematische Kanalisation der Stadt gestellt, sodann in den 60er Jahren die hierauf bezüglichen Fragen von den Stadtbehörden vielfach debattirt und die nöthigen Vorarbeiten ausgeführt worden waren.[1]) Der Beginn der Kanalisationsarbeiten in Danzig fällt auf das Jahr 1869. Schon im Anfang der 70er Jahre konnten an beiden Orten die Siele dem Betriebe übergeben werden.

II.

Menge und Art der Abfallstoffe; Zersetzung derselben.

Die aus den Städten zu entfernenden Unrathstoffe sind ihrem Charakter und ihrer sanitären Bedeutung nach verschieden; sie bestehen im Allgemeinen aus folgenden Abfällen:

1. Feste und flüssige Excremente der Menschen und Thiere;
2. die Abwässer der Küchen, Waschküchen, Badeanstalten, Schlachthäuser u. s. w.;
3. die Abwässer aus Fabriken und gewerblichen Anlagen;
4. das Regenwasser von den Strassen, Höfen und Dächern;
5. die festen Abgänge der Küchen, Schlachthäuser, Fabriken, Stallmist u. s. w.;
6. der Strassenkehricht.

Die relativen Mengen dieser verschiedenen Auswurfstoffe stellen keine constante Grösse dar, sondern variiren je nach den Localverhältnissen, der Zusammensetzung und den Lebensgewohnheiten der Bevölkerung, der Entwicklung der Theorie u. s. w. Aus diesem

1) Deutsche Vierteljahrschr. f. öffentl. Gesundheitspfl. II. S. 504.

Grunde besitzen alle von den Autoren hierüber angegebenen Zahlen nur einen bedingten Werth und haben nur den Zweck, im Allgemeinen ein Bild zu geben von der Quantität der durch den Lebens- und Wirthschaftsprocess einer Stadtbevölkerung erzeugten Abgänge.

Um genauere Angaben hierüber machen zu können, müsste man für jeden gegebenen Fall eine Menge statistischer Daten besitzen, welche uns gegenwärtig fast durchgehends fehlen: wir müssten informirt sein über die Zusammensetzung der Stadtbevölkerung nach Geschlechtern und Altersgruppen; müssten wissen, wieviel Harn und Koth wir auf männliche und weibliche Individuen der verschiedenen Altersstufen zu rechnen haben, wieviel Wasser der Stadt zugeführt wird für den Verbrauch im Hause, auf der Strasse und in gewerblichen Etablissements, wieviel grössere Thiere (Pferde, Kühe, Schweine, Hunde u. s. w.) eine Stadt besitzt, ausserdem müsste uns die jährlich an dem betreffenden Orte fallende Regenmenge bekannt sein, und wir müssten endlich beurtheilen können, wieviel von den flüssigen Abgängen verdunstet, wieviel ins Erdreich versinkt und wieviel den vorhandenen Gruben und Kanälen überliefert wird. Da ein solches Material nirgends vorliegt, so haben sich die Autoren damit begnügt, auf Grund der vorhandenen Thatsachen allgemeine Berechnungen über die Menge der Abfallstoffe anzustellen.

Menschliche Excremente. Parkes[1]) rechnet im Durchschnitt in Europa auf einen erwachsenen Mann täglich 120 Grm. Koth und 1500 Grm. Harn; die Untersuchungen C. v. Voit's haben ergeben, dass ein kräftiger Arbeiter, bei mittlerer Nahrung, im Tage 131 Grm. Koth und 1254 Grm. Harn entleert. Da nun aber wenigstens die Hälfte einer gemischten Bevölkerung viel bescheidenere Entleerungen hat, so ist es nicht möglich obige Angaben als Mittelzahlen der Berechnung zu Grunde zu legen. Nach den Daten von Wolf und Lehmann[2]), an deren Richtigkeit übrigens zu zweifeln ist, da diese Autoren die Fäcalmasse für erwachsene Frauen auf nur 45 Grm. in 24 Stunden angeben, würden sich für eine gemischte Bevölkerung durchschnittlich pro Kopf und Tag 82.5 Grm. Koth und 967.5 Grm. Urin berechnen. Parkes nimmt 75 Grm. Koth und 1200 Grm. Urin an; Frankland 90 Grm. Koth und 1200 Grm. Urin; Pettenkofer[3]) rechnet durchschnittlich pro Kopf und Jahr auf 34 Kilo Koth und 428 Kilo Harn.

Die relative Menge der einzelnen Harn- und Kothbestandtheile ist je nach der Lebensart bedeutenden Schwankungen unterworfen,

---

1) Parkes, A manual of practical hygiene. 4. Ausg. S. 336.

2) Wolf u. Lehmann, citirt bei Varrentrapp, Ueber Entwässerung der Städte. S. 15.

3) Pettenkofer, Vorträge über Kanalisation und Abfuhr. S. 15. 1876.

so dass von einer „normalen" Zusammensetzung dieser Dejecta nicht gesprochen werden kann.

Der Harn enthält nach Berzelius[1]) 93.3 % Wasser, nach Fick[2]) —95.3 %, nach Vierordt[3]) —96 %. — Der Stickstoffgehalt des frischen Menschenharns ist ungemein schwankend, je nach der Nahrungsaufnahme: von Berzelius[4]) wird er für einen erwachsenen Mann auf 1.42 % angegeben; Voit[5]) fand im Mittel aus 17 Analysen bei einem allerdings nicht besonders gut genährten Manne nur 1.33 % Stickstoff; Hofmann[6]) fand bei Brodnahrung 1.2 % Stickstoff, bei Fleischnahrung 4.95 %, bei Hunger 1.08 %; Kerner[7]) fand im Harne eines normalen erwachsenen Menschen 1.5—2.6 % Stickstoff. — Die Menge der Gesammtphosphorsäure im Harn beträgt nach übereinstimmenden Angaben von Vierordt und Kerner etwa 0.2 %; Berzelius (l. c.) fand 0.23 % Phosphorsäure in der Form löslicher phosphorsaurer Salze. — Der Kaligehalt des Harns beträgt nach demselben Forscher 0.2 %.

Die Fäces enthalten nach Berzelius, Liebig und den meisten anderen Forschern durchschnittlich 75 % Wasser; ihr Stickstoffgehalt beträgt 1.2—2 %; der Aschegehalt 3.25 bez. 3.75 %.[8]) Im Mittel enthält der feuchte Koth nach den Analysen von Way, Liebig und Wesarg 1.4 % Stickstoff, 1.06 % Phosphorsäure und 0.29 % Kali.

Mit Berücksichtigung der Menge und Zusammensetzung der festen und flüssigen Fäcalien lässt sich berechnen, dass der Durchschnittsmensch innerhalb eines Jahres in seinem Kothe 0.4—0.65 Kilo Stickstoff ausscheidet, im Harn dagegen 5—6 Kilo. Phosphorsäure und Kali werden ebenfalls in absolut grösserer Menge mit dem Harne ausgeschieden. — Wenn wir somit den Stickstoffgehalt der Dejectionen als Maassstab annehmen für die Intensität der Zersetzungsprocesse, denen dieselben unterliegen, und also auch für ihre Fähigkeit die Medien, mit welchen sie in Berührung kommen, zu verunreinigen, so ergibt sich, dass der Harn in sanitärer Beziehung von viel grösserer Bedeutung ist als der Koth.

Die Quantität der Abwässer aus Küchen, Waschküchen,

---

1) Berzelius, citirt bei Roth u. Lex, Handbuch der Militärgesundheitspflege. I. S. 417.

2) Fick, Compendium der Physiologie des Menschen.

3) Vierordt, Grundriss der Physiologie des Menschen.

4) Berzelius, citirt bei Bürkli, a. a. O. S. 233.

5) Voit, Zeitschr. f. Biol. II. S. 469. Im Harne eines erwachsenen Mannes bei mittlerer Kost fand Voit 37 Grm. Harnstoff, was einer Stickstoffmenge von 17.26 Grm. entspricht.

6) Hofmann, Zeitschr. f. Biol. IV. S. 316.

7) Varrentrapp, a. a. O. S. 202.

8) Näheres über die chemischen Bestandtheile der Fäces findet man bei Hoppe-Seyler, Physiolog. Chemie. II. S. 335. 1878. — Siehe ferner die Analysen des Kothes bei Bürkli, a. a. O. S. 234 u. fg.

Badestuben u. s. w. hängt wesentlich von der Grösse der Wasserzufuhr ab, und da die letztere, je nach den Localverhältnissen, sehr verschieden ist, so sind genaue Angaben über die Menge der Abwässer nicht möglich. In englischen Städten erreicht die Wasserzufuhr, und nahezu auch die Sielwassermenge, pro Kopf und Tag ca. 125 Liter.[1] Für eine mit Schwemmkanälen versehene Stadt ist eine solche Wasserzufuhr jedenfalls sehr bescheiden, werden ja doch gegenwärtig bei Anlage von Wasserleitungen überall wenigstens 150 Liter pro Kopf und Tag gefordert, und wir können deshalb ohne Bedenken annehmen, dass 100—125 Liter wieder aus der Stadt zu entfernen sind. Es gibt natürlich noch viele Städte mit weit geringerem Wasserverbrauch, aber die Beschränkung des letzteren entspricht durchaus nicht den hygienischen Anschauungen der Gegenwart.

Die chemische Zusammensetzung der Abwässer kann an verschiedenen Orten sehr verschieden sein, je nach der Entwicklung und dem Charakter der Industrie.

Das Küchenwasser enthält Abfälle von Lebensmitteln und Speisen animalischen und vegetabilischen Ursprungs, Beimischungen von Fett, Fegsand, Seifenwasser u. s. w. Das Wasser aus Waschküchen und Badestuben enthält vorzugsweise Seife; das Wasser von Höfen und Strassen führt thierische Excremente in Lösung und Suspension und ausserdem beträchtliche Mengen von Sand; die Beschaffenheit des Fabrikwassers entspricht den Eigenthümlichkeiten der vorhandenen Industriezweige, ist aber meist sehr offensiver Natur, namentlich wenn es von Gerbereien, Wollwäschereien, Färbereien, Tuchfabriken, chemischen Fabriken, Zucker- und Stärkemehlfabriken u. s. w. herrührt.

Fälschlicherweise werden noch heutzutage, wenn es sich irgendwo um Beseitigung der Abfallstoffe handelt, die Schmutzwässer vielfach gar nicht berücksichtigt, weil man sie kurzweg als unschädlich betrachtet. Dieser Anschauung gegenüber muss hier betont werden, dass die Beschaffenheit der Hauswässer vom sanitären Standpunkte aus durchaus nicht als gleichgiltig betrachtet werden kann.

Emmerich[2]) hat das Wasser der Münchener Siele, in welche bekanntlich Fäcalien nicht eingeleitet werden dürfen, Kaninchen subcutan injicirt. Die hierbei auftretenden Krankheitssymptome und der pathologisch-anatomische Befund liessen keinen Zweifel darüber bestehen, „dass die deletären Wirkungen dieses Wassers lediglich durch die in demselben befindlichen sog. putriden Stoffe hervorgerufen werden“. Ausserdem hat Emmerich nachgewiesen, dass das gewöhnliche Hausschmutzwasser allerdings in frischem Zustande bei subcutaner Injection keine schädlichen Wir-

1) Kaftan, a. a. O. S. 94 u. fg.

2) Emmerich, Die Einwirkung verunreinigten Wassers auf die Gesundheit. Zeitschr. f. Biol. XIV. S. 561 u. flgde.

kungen hervorbringt, dass aber die Thiere zu Grunde gehen, wenn ihnen dasselbe Wasser, 2—3 Tage aufbewahrt und seiner eigenen Zersetzung überlassen, injicirt wird.[1])

Ueber die Quantität der von Hausthieren herrührenden Dejectionen lassen sich keine allgemeingiltigen Berechnungen anstellen, da die Anzahl dieser Thiere, je nach den örtlichen Verhältnissen, sehr grossen Schwankungen unterliegt. — Das Regenwasser können wir hier unberücksichtigt lassen, weil es dem Erdreich nur solche verunreinigende Stoffe zuführt, welche einer der schon erwähnten Kategorien angehören. Die Beziehungen der Regenwassermenge zur Grösse der Strassensiele sollen weiter unten erörtert werden.

Indem wir also für den Durchschnittsmenschen eine tägliche Entleerung von 90 Grm. Koth und 1200 Grm. Harn annehmen, und ausserdem einen Wasserverbrauch von etwa 125 Liter pro Kopf und Tag voraussetzen, erhalten wir für eine Bevölkerung von 100,000 Einwohnern in 24 Stunden folgende Mengen von Abfallstoffen, die aus der Stadt zu beseitigen sind:

Koth	9	Cbm.	=	0.071 %
Harn	120	„	=	0.950 %
Abwässer	12500	„	=	98.979 %
Summa	12629	Cbm.	=	100 %

Im Ganzen also ca. 12600 Cbm. oder 126 Liter auf den Kopf (ohne das Regenwasser), wovon die Excremente nur wenig mehr als 1% ausmachen. Selbst bei weit geringerem Wasserverbrauch als dem hier angenommenen, betragen nach Pettenkofer's Berechnungen die menschlichen Fäces nur 5% der zu entfernenden Abfallstoffe.

Die annähernde Richtigkeit dieser Berechnung können wir an den bekannten Verhältnissen einiger kanalisirter Städte prüfen. Im Jahre 1878 betrug in Frankfurt a. M. die pro Tag durch die Siele abgeführte Wassermenge ca. 16000 Cbm.[2]); da zu jener Zeit 13000 Wohnungen mit ca. 80000 Bewohnern an die Strassensiele angeschlossen waren, so kommen pro Tag und Kopf 200 Liter Sielwasser. — In demselben Jahre betrug in Danzig für gewöhnliche Zeiten die durch die Siele abgeführte Flüssigkeitsmenge 14800 Cbm. im Tag; da der kanalisirte Theil der Stadt 80000 Einwohner hatte[3]), so kamen auf den Kopf in 24 Stunden etwa

---

1) Vorträge im ärztlichen Bezirksvereine München. Abgedr. im Aerztl. Intelligenzbl. No. 23—34. 1879.

2) Beil. VII zum III. Bericht über die Verhandlungen u. Arbeiten der vom Stadtrathe zu München niedergesetzten Commission für Wasserversorgung, Kanalisation u. Abfuhr. 1879.

3) Ebenda. S. 52 u. flgde.

185 Liter. — Durch die Pumpstation des III. Radialsystemes der Berliner Kanalisation wurden für das Jahr 1878 im Durchschnitt täglich 13258 Cbm. Sielwasser aus der Stadt geschafft [1]); der vom Radialsystem III eingenommene Theil der Stadt hatte damals ca. 106000 Einwohner, welche übrigens zu jener Zeit noch nicht vollständig an die Kanalisation angeschlossen waren, so dass pro Kopf und Tag mindestens 125 Liter Sielwasser entfernt wurden.

Vielfach wurde der Versuch gemacht, den Geldwerth der menschlichen Excremente und der gesammten Abfallstoffe überhaupt theoretisch zu bestimmen, indem man der Berechnung den Marktpreis der für die Landwirthschaft wichtigsten Bestandtheile derselben, nämlich des Stickstoffs, der Phosphorsäure und des Kalis, zu Grunde legte. Es ist nun durch die Erfahrung bewiesen, dass solche Berechnungen durchaus keine praktische Bedeutung haben, und wir erwähnen ihrer hier nur deshalb, weil sie von zahlreichen Autoren als Beweismittel für oder gegen die Zweckmässigkeit dieses oder jenes Systems der Beseitigung der Abfallstoffe angeführt worden sind, wobei man sich vielfach auf die Autorität Liebig's stützte.[2])

Ungemein sanguinische Rechnungen haben z. B. Paltzow und Abendroth[3]) angestellt, indem sie den Werth aller aus einer Stadt von 100000 Einwohnern wegzuführenden Abfallstoffe auf nicht weniger als 3600000 Mark schätzten, wobei allein auf Koth, Urin, Küchen- und Gewerbeabfälle 1800000 Mk. kommen, d. h. auf jeden Einwohner 18 Mk. Zahlreiche Autoren berechnen den Werth der menschlichen Excremente auf 8—15 Mk. pro Kopf und Jahr.

Da nun aber der Marktpreis der im städtischen Unrath enthaltenen Düngstoffe nicht durch ihren theoretischen Werth bestimmt wird, sondern in erster Linie von dem Gesetze des Angebotes und der Nachfrage abhängt, und da ferner die Gesundheitspflege manche Bedingungen an die Gewinnung dieser Stoffe binden muss, welche für die Landwirthe oft lästig sind, so ist der Marktpreis der menschlichen Excremente ein sehr geringer. Während also Stöckhardt den Werth eines Centners Grubeninhalt auf etwa 125 Centimes berechnet, wurde factisch in Zürich der Centner im Jahre 1863/64, vom Herbst bis zum Frühjahr, zu $4\frac{1}{2}$ Cent.

---

1) Mitgau, Bericht über die in Berlin, Amsterdam u. s. w. eingeführten Systeme der Städtereinigung. S. 13. 1880.

2) Es muss hier bemerkt werden, dass die einschlägigen Aussprüche Liebig's, dessen leitender Gedanke — möglichste Verwerthung der menschlichen Dejecta für die Landwirthschaft — ja allgemeine Anerkennung gefunden hat, durchaus nicht zu Gunsten irgend eines einzelnen Systems der Städtereinigung angezogen werden dürfen, da ja dieser Zweck bei den verschiedensten Systemen mehr oder minder vollständig erreicht werden kann.

3) Schriftliche Eingabe an den Senat der freien Stadt Frankfurt. 1864. Ang. bei Varrentrapp a. a. O. S. 17. Zahlreiche Berechnungen derselben Art findet man in den schon citirten Werken von Bürkli und Varrentrapp.

verkauft; in Paris ist der Marktpreis der Jauche aus den Depots 7 Cent.; nur in Belgien, wo überall eine sehr intensive Land- und Gartenwirthschaft existirt, steigt der Preis an der Grube auf 22 Cent. für den Centner.[1]) An den meisten Orten werden die aus den Städten abgeführten Fäcalien, als unverkaufbar, einfach in die Flüsse geschüttet (siehe unten).

Die Fäulniss, welcher der Koth an der Luft unterliegt, ist als eine Fortsetzung der Zersetzungsprocesse im Darmkanal zu betrachten. Es ist bekannt, dass schon im Dünndarm und im oberen Theile des Dickdarmes Fermentwirkungen auftreten, welche sich als Fäulnissprocesse charakterisiren lassen.[2]) Die Kohlehydrate, soweit sie nicht resorbirt werden (und mit Ausnahme der Cellulose), werden durch Fäulniss in Milchsäure, Buttersäure, Essigsäure, und schliesslich in Kohlensäure und Wasserstoffgas zerlegt; als Fäulnissproducte der Eiweisskörper treten in den Fäces Phenol, Indol und Skatol auf. Wenn sich unverdaute Eiweisssubstanzen im Kothe befinden, so bilden sich bei der Fäulniss derselben Leucin, Tyrosin und weitere Zersetzungsproducte. Gleich nach der Entleerung hat der Menschenkoth eine schwach saure Reaction, die, wenn der Koth für sich aufbewahrt wird, ohne Zutritt von Wasser oder Harn, nur allmählich einer alkalischen Reaction Platz macht. An der Luft trocknet der Koth leicht aus, wodurch der Fäulnissprocess abgeschnitten oder sehr verlangsamt wird; durch Zusatz von Harn dagegen, wird die Fäulniss ausnehmend begünstigt, die an Ammoniak oder andere Basen gebundenen fetten Säuren (Essigsäure, Buttersäure, Kapronsäure u. s. w.) werden weiter zerlegt, wobei Kohlensäure, Wasserstoff und Kohlenwasserstoffe entstehen, und aus den Stickstoffverbindungen entwickelt sich schliesslich Ammoniak, das sich grösstentheils verflüchtigt. Nach Abendroth[3]) soll in einem gleichmässigen Gemische von Harn und Koth der letztere nach zweimonatlicher Verwesung schon ungefähr die Hälfte seines ursprünglichen Stickstoffgehaltes verloren haben.

Der reine Harn ist im frischen Zustande fast geruchlos und hat während des Hungerzustandes und bei Fleischkost eine sauere, bei vegetabilischer Nahrung eine neutrale oder alkalische Reaction.[4]) Durch Kochen und Aufbewahren in einem Glaskolben mit Baumwollverschluss, wodurch der Luftzutritt nicht aufgehoben wird, lässt sich der Harn vollkommen vor Fäulniss bewahren. Aber auch ohne

---

1) Bürkli, a. a. O. S. 144 u. 253.

2) Hoppe-Seyler, Physiol. Chemie. II. S. 329. 1878.

3) Abendroth, Die Guanofabrikation in ihrer Beziehung zur Volkswirthschaft u. s. w. Cit. bei Varrentrapp a. a. O. S. 28.

4) Hoppe-Seyler, Handb. d. physiol. u. pathol.-chemischen Analyse. 3. Aufl. S. 255.

die genannten Vorsichtsmaassregeln behält der Urin, isolirt aufbewahrt, noch einige Tage nach der Entleerung (3—8 Tage, je nach der Temperatur der äusseren Luft) seine ursprüngliche saure Reaction bei und wird erst nach und nach alkalisch, in Folge der Zersetzung des Harnstoffs in kohlensaures Ammoniak und Wasser, sowie durch theilweises Freiwerden von Ammoniak. Sind Koth und Harn gemischt, so tritt die Zersetzung des Harnstoffs und die alkalische Reaction der Mischung rasch ein, meist schon nach 24 Stunden. Die Gase, die bei der Fäulniss einer Mischung von Koth und Harn an die Luft abgegeben werden, sind: Kohlensäure, Ammoniak, Schwefelwasserstoff und Schwefelammoniumverbindungen, übelriechende Kohlenwasserstoffe und flüchtige Fettsäuren, Amine des Methyls u. s. w.

Aus einer Mischung von 35 Grm. Koth und 100 Harn werden bei mässigem Luftwechsel in 24 Stunden abgegeben [1]):

Kohlensäure	0.0836	Grm.
Ammoniak	0.0153	„
Schwefelwasserstoff	0.00025	„
Organische Substanz	0.0564	„
Im Ganzen	0.15515	Grm.

Der wesentlichste Vorgang bei der Zersetzung des Harns scheint eine Nitrificirung der in ihm enthaltenen stickstoffhaltigen Substanzen, unter muthmasslicher Betheiligung fermentartig wirkender Organismen, zu sein. Schon Goppelsroeder hat den Nachweis geliefert, dass in dem sich selbst überlassenen, von fremden Beimischungen freien Harn nach Ablauf eines Tages bereits eine ziemliche Menge von Nitriten auftrete und nach längerer Zeit reichliche Mengen Nitrate sich zeigen.[2]) Diese Versuche wurden mit analogen Resultaten von Soyka[3]) wiederholt. Nun wurde vor einigen Jahren von Schloesing und Müntz[4]), auf Grund zahlreicher Versuche über die nitrificirende Kraft des Erdbodens, die Vermuthung ausgesprochen, der erwähnte Nitrificationsprocess sei der Wirkung eines lebenden Fermentes zu verdanken, und auch die Resultate der von Soyka[5]) hierüber angestellten Versuche scheinen die Richtigkeit dieser An-

1) Erismann, Untersuchungen über die Verunreinigung der Luft durch Abtrittgruben u. s. w. Zeitschr. f. Biol. XI. S. 233.

2) Goppelsroeder, Verhandlungen der Naturforschergesellschaft in Basel. 1861. III. S. 252. Citirt von Soyka, Zeitschr. f. Biol. XIV. S. 452.

3) Soyka, Ueber den Einfluss des Bodens auf die Zersetzung organischer Substanzen. Zeitschr. f. Biol. XIV. S. 449 u. flgde.

4) Schloesing u. Müntz, Comptes rendus. T. 77. 84 u. 85. Citirt bei Soyka a. a. O.

5) Soyka a. a. O.

sicht zu bestätigen; dennoch hält Soyka die Frage noch nicht für endgiltig entschieden, da die Kultur- und Implantationsversuche, welche er anstellte, um das vermuthete Ferment zu isoliren, resultatlos geblieben sind. Doch scheinen neue Versuche von Schloesing und Müntz der Entscheidung im positiven Sinne sehr nahe gekommen zu sein. Dass sich in faulenden Excrementen ein reiches organisches Leben entwickelt, unterliegt keinem Zweifel; hierfür spricht unter anderem auch die reichliche Sauerstoffaufnahme durch faulende Massen, die schon von Pappenheim[1]) constatirt und von mir[2]) bestätigt wurde: die oben erwähnte Mischung von Harn und Koth, im Ganzen 135 Grm. Excremente nahm im Mittel aus zahlreichen Versuchen in 24 Stunden 0.1039 Grm. Sauerstoff auf.

III.

Begründung der Nothwendigkeit einer systematischen Städtereinigung; hygienische Anforderungen.

Bei einer Maassregel, welche nicht unerhebliche Ansprüche an das Budget der Stadtgemeinden macht — und ohne Zweifel muss die Durchführung eines rationellen Systems der Städtereinigung als eine solche Maassregel betrachtet werden — ist es nothwendig zu fragen, in wie weit dieselbe vom hygienischen Standpunkte wirklich als dringend bezeichnet werden müsse: ob es etwa mehr nur das ästhetische Bedürfniss sei, dem wir hierdurch Genüge leisten (Flügge[3]), oder ob wir auf Grund wissenschaftlicher Thatsachen oder wenigstens berechtigter Hypothesen die Entfernung der Unrathsstoffe auf rationellem Wege als eine hygienische Nothwendigkeit bezeichnen müssen.

Behufs möglichst objectiver Beantwortung dieser Frage haben wir zunächst zu erörtern, wodurch und in wie weit die bestehenden Zustände die öffentliche Gesundheit gefährden. Erfahrung und Theorie lehren in dieser Beziehung gegenwärtig Folgendes:

1. Die aus dem Mittelalter her uns vererbten und auch gegenwärtig noch fast allgemein üblichen Entfernungsmethoden der städtischen Auswurfstoffe verunreinigen die Luft unserer unmittelbaren Umgebung, speciell unserer Wohnungen, und setzen uns fortwährend der Gefahr chronischer Vergiftung durch Abtrittgase aus;

1) Pappenheim, Handbuch der Sanitätspolizei. 2. Aufl. II. S. 62.
2) Erismann, Zeitschr. f. Biol.
3) Flügge, Lehrbuch der hygienischen Untersuchungsmethoden. S. 535. 1881.

2. sie verunreinigen Boden und Grundwasser unter Häusern, Höfen und Strassen;

3. sie lassen die Drainage des Stadtgrundes unberücksichtigt;

4. sie verwandeln in Folge dessen den Städtegrund in ein geeignetes Substrat zur Entwicklung gewisser, ihrer Natur nach allerdings noch unbekannter Agentien, welche aller Wahrscheinlichkeit nach eine wichtige Rolle in der Aetiologie verschiedener Infectionskrankheiten spielen, — sei es nun, dass sie selbst als specifische Krankheitskeime auf den menschlichen Organismus einwirken, oder sei es, dass sie in anderer Weise bei der Verbreitung dieser Krankheiten thätig sind.

Ad 1. Die Verunreinigung unserer Wohnungsluft durch primitive Abtritteinrichtungen unterliegt keinem Zweifel; wir haben leider noch oft genug Gelegenheit, sie durch das einfache aber sichere Reactiv des Geruchsinnes zu constatiren; am fühlbarsten wird sie bei Witterungsänderungen im Sommer, namentlich bei raschem Sinken des Barometerstandes, wodurch die Entbindung der Gase aus den Abtrittgruben wesentlich erleichtert wird. Ueber die Grösse dieser Luftverunreinigungen erhält man einen annähernden Begriff durch die Resultate meiner oben angeführten Untersuchungen.

Aus denselben berechnet sich für eine Abtrittgrube von 27 Cbm. (wie sie an Orten mit Versitzgruben gewiss nicht selten vorkommen), die bis auf die Höhe von 2 Meter mit Fäcalmassen gefüllt sei, d. h. für 18 Cbm. Abtrittflüssigkeit, folgende Grösse der Emanationen in 24 Stunden [1]:

Kohlensäure	11.144	Kgrm.	oder	5.67	Cbm.
Ammoniak	2.040	„	„	2.67	„
Schwefelwasserstoff . . :	0.033	„	„	0.02	„
Flüssige Fettsäuren u. s. w. (auf Sumpfgas berechnet)	7.464	„	„	10.43	„
Im Ganzen	20.681	Kgrm.	oder	18.79	Cbm.

Bei der gewöhnlichen Einrichtung unserer Abtritte strömt diese ganze Menge theilweise übelriechender Gase im Abtrittrohre in die Höhe, den Wohnungen zu. In der That ist die Luftmenge, welche aus den Abtrittsitzen in die Häuser dringt, zuweilen ausserordentlich gross. Pettenkofer [2] fand in Abtrittröhren eine Geschwindigkeit der Luftbewegung von 1 bis 4 Met. in der Secunde und berechnet hieraus, einen Querschnitt der Abtrittröhre von 425 Quadratcentimeter vorausgesetzt, die Menge der in 24 Stunden durch die Abtritte ins Haus eindringenden Luft auf 3000 Cbm. (bei kaum fühlbarer Luftbewegung) bis 13000 Cbm. (bei der stärksten beobachteten Luftströmung). Ich selbst beobachtete in den Abtrittröhren

---

1) Erismann, Ztschr. f. Biol. XI. S. 233.

2) Pettenkofer, Deutsche Vierteljahrsschr. f. öffentl. Gesundheitspflege. II. S. 521.

verschiedener Etagen eines Hauses Luftgeschwindigkeiten von 0.211 bis 0.942 Meter, und da in diesem Falle die zu den Abtrittsitzen führenden Seitenröhren einen Querschnitt von 144 Quadratcentim. besassen, so ergab sich hieraus eine den verschiedenen Etagen zuströmende Luftmenge von je 262 bis 1172 Cbm. in 24 Stunden.[1]) Es kann nicht auffallen, dass in den Abtritten der höhergelegenen Etagen die aus der Grube aufströmende Luftmenge bedeutend grösser war, als im ersten Stockwerk.

Wenn wir nun nach der hygienischen Bedeutung dieser Verunreinigung der Wohnungsluft durch Abtrittgase fragen, so ist in erster Linie zu bemerken, dass hier keineswegs jene acuten Vergiftungen zu fürchten sind, die namentlich in früheren Zeiten den Kloakenreinigern zuweilen gefährlich wurden und im Wesentlichen den Charakter einer Intoxication durch Schwefelwasserstoff und Schwefelammonverbindungen trugen; auch können wir nach dem gegenwärtigen Stande der Lehre von der Aetiologie der Infectionskrankheiten kaum vermuthen, dass die Ausdünstungen der Abtritte im Stande seien, Erkrankungen an Abdominaltyphus oder Cholera hervorzurufen, da ja aller Wahrscheinlichkeit nach in den Dejectionen von Typhus- und Cholerakranken keine fertigen Krankheitserreger vorhanden sind. Um so mehr verdient unsere volle Aufmerksamkeit ein Umstand, dem im Allgemeinen gewiss viel zu wenig Beachtung geschenkt worden ist, nämlich die chronische Einwirkung einer verunreinigten Luft auf den menschlichen Organismus, deren Bedeutung schon desshalb nicht unterschätzt werden darf, weil die Luft nicht nur als Nahrungsmittel, sondern auch als eines unserer wichtigsten Genussmittel betrachtet werden muss.

Wie bei allen Giften und schädlichen Agentien überhaupt, so muss auch bei der Luftverunreinigung durch Abtrittgase der Concentrationsgrad für die Intensität der Wirkung entscheidend sein; dementsprechend müssen zwischen jener Verdünnung der offensiven Bestandtheile, bei welcher jegliche Einwirkung aufhört und einer starken Concentration, die acute Vergiftungserscheinungen hervorruft, zahlreiche Gradationsstufen sowohl der Concentration als auch der Einwirkung liegen, die wir nicht etwa desshalb vernachlässigen dürfen, weil sie keine vehementen Erscheinungen hervorrufen. Es ist sehr wahrscheinlich, dass sie nichtsdestoweniger die normalen Funktionen des Organismus in gewisser Weise beeinträchtigen: durch accumulirte Wirkung an sich schwacher, unmerklicher Stösse kann schliesslich doch seine Widerstandskraft geschwächt, die individuelle Disposition zu gewissen Krankheiten gesteigert und in Folge dessen, wenn es sich um die Betheiligung grösserer Bevölkerungscomplexe handelt, die mittlere Lebensdauer herabgesetzt werden. Es ist allerdings nicht möglich, einen solchen Einfluss der Luftverunreinigung durch Abtrittgase statistisch nachzuweisen, weil sich derselbe von der Gesammtheit aller

1) Erismann, Ztschr. f. Biol. XI. S. 235.

übrigen krankmachenden Factoren nicht isoliren lässt; aber sein Vorhandensein ergibt sich als logische Consequenz aus unseren Anschauungen über die Wirkung aller toxischen Substanzen überhaupt. Ein directer Beweis für die Richtigkeit des Gesagten wäre geliefert, wenn es gelänge, zu zeigen, dass nach Regulirung der Abtrittszustände die Gesundheitsverhältnisse des betreffenden Ortes sich dauernd gebessert haben, ohne dass in den übrigen Lebensverhältnissen der Bevölkerung eine Aenderung eingetreten wäre, der dies Resultat zunächst zugeschrieben werden müsste.

Ad 2. Die Verunreinigung des Bodens durch den Inhalt von Abtritt- und Düngergruben ist bei Aufgrabungen des Erdreichs in der Nähe derselben für das blosse Auge sichtbar. Bei alten Versitzgruben ist der Boden oft im Umkreise von einigen Metern fett, dicht, von schwärzlicher Farbe und unangenehmem Geruch. Doch auch anscheinend gut gebaute Gruben, mit relativ dicken Backsteinwandungen und Cementauskleidung, schützen das umliegende Erdreich nicht vollständig vor Imprägnation mit faulendem Grubeninhalt. Bei der chemischen Analyse von Bodenproben aus dem Untergrund mehrerer gemauerter Abtrittgruben in München, sowie einer Probe, die 4.5 Meter seitlich von einer Düngergrube entnommen war, erhielt Wolffhügel[1]) folgende Resultate:

	Im kalten Wasser löslich					Im kalten Wasser unlöslich	
	Gesammtmenge	Glühverlust	Organ. Substanz.	Chlor	Salpetersäure	Glühverlust	Stickstoff
Normalboden aus d. Nähe des physiol. Instituts .	0.211	0.052	0.118	0.010	0.012	1.504	0.014
Mittel v. 6 Abtrittgruben	0.603	0.185	1.257	0.110	0.019	5.461	0.060
Boden aus der Nähe der Düngergrube	4.710	1.500	2.230	0.330	0.460	39.772	0.956

Man sieht, dass die Substanzen, welche am genauesten die Menge des im Boden aufgespeicherten, wenn auch theilweise schon veränderten Fäulnissmaterials repräsentiren, — Stickstoff und Salpetersäure, — in der Umgebung von Abtritt- und Düngergruben in ausnehmend grösserer Quantität enthalten sind als im Normalboden.

Fleck[2]) glaubt nach den Resultaten der chemischen Untersuchung

1) Wolffhügel, Ueber die Verunreinigung des Bodens durch Strassenkanäle und Abortgruben. Ztschr. f. Biol. XI. p. 473. — Die Zahlen in obiger Tabelle geben den Befund in 1 Cbm. Erde in Kilogr. an.

2) Fleck, Vierter und fünfter Jahresbericht der chemischen Centralstelle für öffentl. Gesundheitspflege in Dresden. S. 102. 1876.

von Bodenproben, die an verschiedenen Stellen dem Dresdener Untergrunde entnommen waren, sogar auf die Quellen der Bodenverunreinigung schliessen zu können; Boden, der durch Abfallwässer von Fleischerwerkstätten verunreinigt war, zeigte einen unverhältnissmässig hohen Stickstoffgehalt; in Boden, welcher unter dem Einflusse der Abfallwässer einer Gerberei stand, wurde, neben bedeutenden Quantitäten von Stickstoff, das Auftreten von Buttersäure und Propionsäure beobachtet. Der fast gänzliche Mangel an Salpetersäure oder salpetriger Säure in den wässerigen Auszügen der von Fleck untersuchten Bodenproben, der auf eine vollständige Sistirung der Nitrificationsfähigkeit des Bodens hinweist, lässt sich vielleicht durch starke Concentration der Fäulnissstoffe im Erdreich erklären, da nach Soyka (a. a. O.) bei einer gewissen Verdünnung der zu nitrificirenden Flüssigkeit der Process am raschesten vor sich geht, während er durch starke Concentrationsgrade verlangsamt oder geradezu fast ganz sistirt wird.

Die Imprägnation des Bodens mit Fäulnissstoffen äussert sich vorzugsweise in der Verunreinigung des Grundwassers und der Bodenluft. — Was die Grundluft anbelangt, so scheint die Beschaffenheit derselben in sanitärer Beziehung von äusserster Wichtigkeit zu sein, da nach den vorliegenden Beobachtungen über den Eintritt von Leuchtgas durch den Boden in die Häuser[1]), sowie nach zahlreichen Erfahrungen über die Verbreitung des Darmtyphus und der Cholera, an einer fortwährenden Communication der Bodenluft mit dem Inneren unserer Wohnungen nicht wohl gezweifelt werden kann. Leider ist es jedoch bis jetzt nicht gelungen, ein sicheres Kennzeichen für die Intensität und den Schädlichkeitsgrad einer stattgehabten Verunreinigung der Bodenluft zu finden.

Pettenkofer glaubte den Kohlensäuregehalt der Grundluft als Maassstab der im Boden vor sich gehenden Zersetzungsprocesse organischer Substanz betrachten zu können, — um so mehr, als die von ihm ausgesprochene Ansicht, die Hauptquelle der Kohlensäure im Boden seien Processe, welche mit dem Vorhandensein kleinster Organismen zusammenhängen[2]), durch Harz bestätigt wurde, der bei der botanischen Untersuchung von Münchener Bodenproben noch in bedeutender Tiefe (5,7 Met.) ein sehr reiches organisches Leben gefunden hat.[3]) Dennoch liess sich bis jetzt ein auch nur annähernd constantes Verhältniss zwischen Bodenverunreinigung und vorhandener Kohlensäuremenge nicht constatiren;

1) Pettenkofer, Beziehungen der Luft zu Kleidung, Wohnung und Boden. S. 87. 1872.

2) Derselbe, Zeitschr. f. Biol. VII. S. 415.

3) Harz, citirt von Wolffhügel, Zeitschr. f. Biol. XI. S. 477. — Wo ein solches Leben nicht vermuthet werden kann, wie z. B. im Wüstensande, ist, wie Pettenkofer gezeigt hat, der Kohlensäuregehalt des Bodens sehr gering und zwar gleich demjenigen der atmosphärischen Luft (Zeitschr. f. Biol. XI. S. 389).

Fodor[1]) und Fleck[2]) kamen übereinstimmend zu dem Resultate, dass, ausser dem Grade der Verunreinigung einer Bodenart mit organischem Material, auch die Permeabilität derselben, sodann Intensität und Richtung der Winde, Druck- und Temperaturschwankungen an der Oberfläche u. s. w. von wesentlichem Einflusse auf den jeweiligen Gehalt des Bodens an Kohlensäure seien.

Die Verunreinigung des Grundwassers durch die Stadtlauge macht sich namentlich bei den sog. Flachbrunnen geltend, die gewöhnlich eine Tiefe von höchstens 8 Meter besitzen. Das Wasser dieser Brunnen ist in zahlreichen Städten chemisch untersucht worden und hat man hierbei der Gegenwart von Ammoniak und Salpetersäure besondere Aufmerksamkeit geschenkt, weil diese Stoffe im Allgemeinen als die zuverlässigsten Zeugen stattgehabter Verunreinigung des Bodens durch fäulnissfähige organische Substanzen betrachtet werden. Hierzu ist übrigens zu bemerken, dass das Vorhandensein grösserer Salpetersäuremengen im Wasser gegrabener Brunnen entweder auf eine vor längerer Zeit stattgehabte oder aber auf chronische Verunreinigung hindeutet, da eine frische Verunreinigung mit Stadtlauge, auch wenn sie sehr intensiv ist, dem Wasser nur dann Salpetersäure mitzutheilen pflegt, wenn sich die Stadtlauge selbst schon im Stadium der Mineralisirung befindet. — Ein bedeutenderer Chlor- und Kaligehalt des Brunnenwassers spricht mit grosser Wahrscheinlichkeit für eine Verunreinigung desselben mit Harn; Kalisalze finden sich in reinem Brunnen- und Quellwasser nur in äusserst geringen Quantitäten.

Der Ammoniakgehalt solcher Brunnenwässer, welche sich constant unter dem Einflusse städtischer Unrathstoffe befinden, pflegt meist gering zu sein, da das Ammoniak gewöhnlich ziemlich rasch nitrificirt wird; wo es sich in grösserer Menge vorfindet, muss man auf eine unlängst stattgehabte Verunreinigung des Brunnenwassers oder auf eine unmittelbare Communication des Brunnens mit Abtritt- oder Düngergruben schliessen. Im Wasser von 65 Berliner Brunnen fand A. Müller weniger als 0.75 Mgrm. Ammoniak im Liter, in 33 Brunnen fand er mehr als 0.75 Mgrm. bis zu 19 Mgrm. und in 1 Falle 65 Mgrm.[3]) — In 125 Brunnenwässern Dorpats fand C. Schmidt 0.19—28.5 Mgrm. Ammoniak, im Mittel 1.88 Mgrm.[4]), während in Wasser, welches er als rein betrachten zu können glaubte, nur 0.46 Mgrm. vorhanden waren. — In notorisch schlech-

1) Fodor, Experimentelle Untersuchungen üb. Boden u. Bodengase. Deutsche Vierteljahrsschr. f. öffentl. Gesundheitspflege. VII. S. 205.

2) Fleck, Ueber Boden- und Bodengasuntersuchungen. 4. u. 5. Jahresber. d. chem. Centralstelle u. s. w. S. 35.

3) Reinigung u. Entwässerung Berlins. XII. S. 666 u. flgde.

4) Angeg. bei Roth u. Lex, a. a. O. I. p. 14.

ten Londoner Brunnen fanden Wanklyn und Chapman 1.0—7.5 Mgrm. Ammoniak im Liter. [1])

Sehr bedeutend kann unter dem Einfluss der Stadtlauge der Gehalt des Brunnenwassers an Salpetersäure werden. Nach Schmidt in Dorpat, dessen Normalwasser nur 5.59 Mgrm. Salpetersäure im Liter enthielt, stieg im Wasser der Stadtbrunnen die Menge derselben im Mittel auf 192 Mgrm. — In Berliner Brunnen fand Reich [2]) bis zu 675 Mgrm. Salpetersäure; in Leipziger Brunnen fand er 65—347 Mgrm.; in Stettiner Brunnen 16—267 Mgrm. — Im Wasser verschiedener Brunnen von Karlsruhe fand Weltzien [3]) 11—240 Mgrm. Salpetersäure im Liter. — Wagner [4]) gibt folgende Tabelle über den Maximal- und Minimalgehalt der Brunnenwässer verschiedener Städte an Salpetersäure (in Grammen pro Liter):

	München	Dorpat	Berlin	Leipzig	Dresden	Stettin
Maximum . . .	0.310	0.816	0.358	0.347	0.459	0.267
Minimum . . .	0.057	0.0012	0.006	0.065	0.043	0.021

Sogar in Brunnen, deren Wasser sehr beliebt war, fand Wagner einen Salpetersäuregehalt von 0.1386 Grm. im Liter, was jedoch nur beweist, dass selbst ein ziemlich hoher Salpetergehalt dem Wasser keinen unangenehmen Geschmack ertheilt, während eine stattgehabte Verunreinigung desselben mit Stadtlauge keineswegs ausgeschlossen ist. Im Mittel fand Wagner im Wasser der gegrabenen Brunnen 155 Mgrm. Salpetersäure pro Liter, im Leitungswasser aus Brunnenhäusern dagegen nur 24.9 Mgrm.

Wie erheblich auch, nach dem Vorausgehenden, die Verunreinigung des Erdreiches unter dem Einfluss der Stadtjauche zuweilen sein mag, sie wäre noch grösser, wenn nicht der Boden bis zu einem gewissen Grade die Fähigkeit besässe, die offensiven organischen Substanzen allmählich in anorganische, unschädliche Stoffe zu verwandeln („mineralisiren") und sich auf diese Weise selbst zu reinigen. Schon von Alters her ist die selbstreinigende Kraft des Bodens durch die Vorgänge im Erdreich der Kirchhöfe bekannt, wo ja nach einem gewissen, von der Natur des Bodens abhängigen Zeitraume, jede Spur der begrabenen Leichen verschwindet. Gegenwärtig ist die desinficirende Wirkung des Erdbodens von Falk [5])

1) Roth u. Lex, a. a. O. I. p. 14.

2) Reich, Die Salpetersäure im Brunnenwasser und ihr Verhältniss zur Cholera u. s. w. 1869.

3) Weltzien, Brunnenwasser von Karlsruhe. 1866.

4) Wagner, Die Salpetersäure im Brunnenwasser. Zeitschr. f. Biol. VII. S. 324.

5) Falk, Vierteljahrsschr. f. gerichtl. Medicin u. öffentl. Sanitätswesen. Bd. 27. S. 83 u. Bd. 29 S. 272.

und Soyka [1]) experimentell nachgewiesen, zugleich aber constatirt worden, dass diese Fähigkeit des Bodens ihre Grenzen hat, indem sehr concentrirte Lösungen von Fäulnissstoffen kaum wesentlich verändert, geschweige denn bewältigt werden, während eine gewisse Verdünnung der Jauche der Mineralisirung günstig ist. Wenn also, trotz der unbestreitbar vorhandenen selbstreinigenden Kraft des Bodens, doch der Untergrund unserer Städte in hohem Grade verunreinigt ist, so rührt dies offenbar von einer Uebersättigung desselben mit Fäulnissstoffen her.

Ad 3. Aus der oben entworfenen Schilderung der aus früherer Zeit stammenden Strassenkanäle geht ohne Weiteres hervor, dass durch dieselben eine ausreichende Drainage des Städtegrundes nicht erzielt wird. Es ist deshalb begreiflich, dass überall wo das Terrain oder die Gefällsverhältnisse der oberen Bodenschichten einen regelmässigen Abfluss des Regenwassers und der flüssigen Haus- und Fabrikabgänge nicht begünstigen, unterirdische Sümpfe entstehen müssen, die allerdings zu gewöhnlichen Zeiten nicht sichtbar sind, deren Niveau sich jedoch bei anhaltendem Regenwetter oder im Frühjahre, beim plötzlichen Schmelzen grösserer Schneemassen, ungebührlich hebt und dann zu Ueberschwemmung der Kellerwohnungen in niedrig gelegenen Stadttheilen Veranlassung gibt. Die grosse Verbreitung, welche in neuerer Zeit das Wasserkloset überall erlangt hat, wo man auf Reinlichkeit und Comfort sieht, sowie die vielfach erfolgte reichlichere Versorgung der Städte mit Wasser, mussten bei mangelhaften Entwässerungsvorrichtungen das Uebel noch vergrössern, indem sie die Quantität der Schmutzwässer vermehrten, während andererseits die Mittel zur zeitgemässen und regelrechten Entfernung derselben fehlten. Auf diese Weise förderte der reichliche Wasserverbrauch zwar die Reinlichkeit und Wohnlichkeit in den Häusern, verpflanzte aber die Unrathstoffe auf Höfe und Strassen und trug nicht wenig zur Verunreinigung und Versumpfung des Städtebodens bei.

Es ist hier der Ort, der bedenklichen Zustände zu erwähnen, welche für Berlin aus der durch mangelhafte Drainage verursachten Zunahme der Verunreinung und Durchfeuchtung des Bodens entstanden sind. Für diese Stadt constatirte nämlich Virchow [2]) für die 60er Jahre eine ver-

1) Soyka, Ztschr. f. Biol. Bd. 14 und Tageblatt der 54. Versamml. deutscher Naturforscher u. Aerzte in Salzburg 1881.

2) Virchow, Reinigung und Entwässerung Berlins, Generalbericht. S. 63. — Siehe auch den Vortrag Schwabe's auf der 2. Versammlung des deutsch. Ver. f. öffentl. Gesundheitspfl. in Danzig. 1875.

hängnissvolle Vermehrung der Krankheiten mit infectiösem Charakter (eigentliche Infectionskrankheiten, Schwindsucht und Durchfallskrankheiten); unter je 100 Todten starben:

	an Infectionskrankheiten	an anderen Todesursachen
1854—1861	21.15	78.85
1862—1871	29.85	70.15

Diese relative Zunahme der Infectionskrankheiten wird von Virchow und Schwabe, wenigstens theilweise, der stärkeren Infiltration des Stadtgrundes mit Schmutzwasser zugeschrieben, welche als Folgezustand der durch die Wasserleitung vom Jahre 1860 begünstigten Vermehrung des Wasserverbrauches auftrat, da die Mittel zu entsprechender Entwässerung der Stadt fehlten.

Ad 4. Der Einfluss der Bodenverunreinigung auf die öffentliche Gesundheit ist im Laufe der letzten Decennien vielfach ventilirt worden, und nachdem einmal durch Pettenkofer die Aufmerksamkeit der Aerzte auf diesen Gegenstand gelenkt worden war, sind grosse Anstrengungen gemacht worden, den vermutheten Causalzusammenhang zwischen der Bodenbeschaffenheit und gewissen Krankheitszuständen durch experimentelle und hygienisch-statistische Untersuchungen, sowie durch exacte epidemiologische Studien festzustellen. Diese Bestrebungen sind im Hinblick auf das grosse praktische Interesse, welches sich an diese Frage knüpft, vollkommen begreiflich; handelt es sich doch bei jeder radicalen Aenderung der bestehenden Zustände, insoweit dadurch eine rationelle Beseitigungsart der städtischen Abfallstoffe angestrebt wird, um sehr bedeutende Ausgaben, ob man sich nun für dieses oder jenes der vorgeschlagenen Systeme entscheide. Allerdings kann das uns angeborene instinctive Gefühl, dass Reinlichkeit in unserer nächsten Umgebung für unser Wohlsein nothwendig sei, unter Umständen so mächtig werden, dass einzelne Städte sich allein unter dem Einflusse dieses Bewusstseins zur Durchführung ausserordentlicher und kostspieliger Maassregeln entschliessen, ohne einen directen Beweis für die sanitäre Bedeutung derselben zu verlangen. Mit einer solchen Lösung der Frage kann sich aber die wissenschaftliche Hygiene nicht begnügen; sie verlangt nach Thatsachen, welche einerseits die wirkliche Alteration der öffentlichen Gesundheit durch Bodenverunreinigung beweisen, andererseits den günstigen Einfluss der dagegen ergriffenen Maassregeln ausser Zweifel stellen würden.

Die vorhandenen Untersuchungen beziehen sich in erster Linie auf den Zusammenhang des Bodens mit gewissen Infectionskrankheiten, namentlich Abdominaltyphus und Cholera. Es ist hier nicht

der Ort, dem Ariadnefaden in das Labyrinth der Typhus- und Choleraätiologie zu folgen und zu zeigen, wie sich diese Lehre durch allmähliche Läuterung der Ansichten bis zu demjenigen Standpunkte herausgebildet hat, den sie gegenwärtig einnimmt. Wir erwähnen nur, dass sie ihre Entwicklung vorzugsweise Pettenkofer verdankt, der schon im Jahre 1856[1]) auf den Zusammenhang der Grundwasserschwankungen mit der Vorbereitung der Cholera, und in den Jahren 1865 und 1866[2]), im Vereine mit Buhl und Seidel, das gesetzmässige Zusammengehen der Typhusepidemien in München mit dem Sinken des Grundwasserspiegels nachgewiesen hat.

Gegenwärtig ist der Einfluss des Bodens auf die Verbreitung von Cholera und Darmtyphus mit einer an Gewissheit grenzenden Wahrscheinlichkeit dargethan, wenn auch diejenigen Processe, durch welche die Entwickelung des krankmachenden Agens im Boden begünstigt wird, vorläufig noch unbekannt sind. Wir wissen, dass ein undurchlässiger oder gut drainirter Boden, in welchem keine Fäulnissprocesse vor sich gehen, der Entwickelung von Cholera und Typhus ungünstig ist und dass diese Krankheiten nur an solchen Orten epidemische Verbreitung erlangen, welche auf einem durchlässigen Boden liegen, dessen obere Schichten mit organischen, fäulnissfähigen Stoffen durchtränkt und bis zu einem gewissen Grade befeuchtet sind. In einem Boden, der diesen Bedingungen entspricht, kann sich ein Substrat (Spaltpilz?) entwickeln, das in Verbindung mit dem eingeschleppten Typhus- oder Cholerakeime die Infection bewirkt und die epidemische Verbreitung der Krankheit begünstigt, — wobei es hier für uns gleichgültig ist, ob dieses von der Localität herstammende Agens sich mit einem vom Kranken gelieferten Keime zu dem eigentlichen Infectionsstoffe vereinige (Pettenkofer), oder ob das im Boden gebildete Substrat vom Organismus aufgenommen, denselben für das Gedeihen des Krankheitskeimes vorbereite (Naegeli). Zu nasser und zu trockener Boden sind der Entwickelung dieses Substrates ungünstig, wogegen Schwankungen im Durchfeuchtungsgrade und in der Temperatur der oberen Bodenschichten sowohl die Bildung desselben, als auch vermuthlich seinen Uebergang in die Luft begünstigen.

Die Frage, ob das Wasser der Stadtbrunnen als Träger der Typhus- oder Cholerakeime dienen könne, ist für uns, an dieser Stelle, irrelevant; wenn auch aus den Dejectionen der Kranken fertige Infectionsstoffe in den Boden und aus demselben mittelst des Brunnenwassers in den Organismus anderer Individuen gelangen könnten, so würde doch dieser Umstand in der Stellung der wissenschaftlichen Hygiene zur Städtereinigungsfrage nichts ändern, da es

---

1) Pettenkofer, Hauptbericht über die Choleraepidemie des Jahres 1854 im Königreich Bayern. S. 339 u. flgde. 1857.

2) Zeitschr. f. Biol. I u. II. 1865 u. 1866.

eine wesentliche Forderung an jedes Städtreinigungssystem ist, dass es keine Fäcalien in den Boden gelangen lasse.

Der Streit, welcher in Bezug auf die Bedeutung des Trinkwassers als Träger des Cholera- und Typhusgiftes schwebt, scheint sich übrigens nicht zu Gunsten einer activen Rolle des Trinkwassers zu entscheiden. Die hierüber von Pettenkofer[1]) auf Grund eingehender Studien geäusserten Anschauungen sind u. A. auch durch die Untersuchungen der Cholerakommission des deutschen Reiches[2]), sowie durch Flügge[3]) bestätigt worden. Es hat überhaupt den Anschein, als ob man den schädlichen Einfluss verunreinigten Trinkwassers vielfach übertrieben hätte: einen neuen und auffallenden Beweis hierfür liefern die Versuche Emmerich's[4]), bei denen sich herausstellte, dass der fortgesetzte Genuss von Wasser aus Münchener Stadtbächen, welches grosse Mengen von Abfallstoffen aus Küchen, Brauereien, Viehställen u. s. w. aufnimmt, dementsprechend viel Chlor, etwas Ammoniak und grosse Mengen organischer Stoffe enthält, also mit Recht als sehr verunreinigt betrachtet werden kann, im gesunden Organismus keine pathologischen Erscheinungen hervorbringt, und dass sogar ein bestehender Magen- oder Darmcatarrh, bei sonst entsprechendem Verhalten, dadurch nicht verschlimmert wird. Es wird eben immer wahrscheinlicher, dass wir die Infectionsstoffe nicht mit dem Wasser, sondern mit der Athmungsluft aufnehmen: abgesehen von zahlreichen epidemiologischen Erfahrungen, sprechen hierfür auch die directen Versuche Buchner's[5]) über die Infection von Mäusen mit Milzbrandgift durch die Lungen und vom Verdauungskanale aus, wobei sich ergab, dass die Milzbrandpilze durch die Athemwege äusserst leicht Infection bewirken, während die letztere vom Darmkanale aus nur ungemein schwierig zu Stande kommt.

Im Streite über die Zweckmässigkeit der verschiedenen Systeme der Städtereinigung ist vielfach versucht worden auf statistischem Wege zu beweisen, dass eine rationelle Entfernung der Abfallstoffe nebst Drainirung des Städtegrundes wirklich einen günstigen Einfluss auf die Verminderung der oben angeführten Infectionskrankheiten, sowie auch auf die Herabsetzung der Gesammtmortalität ausübe.

---

1) Pettenkofer, Ist das Trinkwasser Quelle von Typhusepidemien. Ztschr. f. Biol. X. S. 439.

2) Siehe hierüber den Ausspruch Hirsch's im 6. Hefte (S. 313) der Berichte der Cholerakommission für das Deutsche Reich.

3) Flügge, Zeitschr. f. Biol. XIII. p. 425. Flügge constatirte vollkommenes Fehlen eines Parallelismus zwischen der Bewegung der Typhussterblichkeit und der Verunreinigung städtischen Brunnenwassers in Leipzig.

4) Emmerich, Zeitschr. f. Biol. XIV. S. 563 u. flgde.

5) Buchner, Ueber die Bedingungen des Uebergangs von Pilzen in die Luft u. s. w. (Zur Aetiologie d. Infectionskrankheiten. Vorträge, gehalten in den Sitzungen des ärztl. Vereins in München. S. 293. 1881).

Hierher gehören die Angaben Buchanan's[1]), der im Auftrage J. Simon's die Gesundheitsverhältnisse von 24 englischen Städten untersuchte und vergleichende Zahlen gibt über die Mortalität vor und nach Einführung der sog. „Sanitätswerke" (sanitary works), unter welchen auf Wasserversorgung und Maassnahmen zur Reinhaltung des Untergrundes das Hauptgewicht gelegt wird. In Beziehung auf den Abdominaltyphus ergab sich, dass derselbe nach Durchführung der genannten Werke in 21 Städten um 33—75% abgenommen, in 3 Städten dagegen etwas zugenommen hatte. — Für München gibt Pettenkofer[2]) eine mit den Maassregeln zur Reinhaltung des Bodens von Abtrittstoffen und Abwässern Hand in Hand gehende Verminderung der Typhusmortalität von 2.42 pro mille (1852—1859) auf 1.66 (1860—1867) an, wobei zu bemerken ist, dass die Verordnungen behufs Verbesserung der Abtrittgruben und der Beginn der Sielbauten für die Entwässerung der Stadt auf die Jahre 1856—1859 fielen. — In Danzig begann mit dem Jahre 1872 eine auffallend rapide und sehr constante Verminderung des Typhusmortalität; dieselbe erfolgte, nachdem im Jahre 1869 die neue Quellwasserleitung, 1871 die Kanalisation in Betrieb gesetzt worden war.[3]) — In Frankfurt a. M. wurde von der Mitte der 70er Jahre an eine bedeutende Abnahme der Typhussterblichkeit bemerkt: während für je 5 Jahre der Zeit von 1854—1875 die Mortalität an Typhus zwischen 0.50 und 0.86 auf je 1000 Einwohner schwankte, betrug sie für 1876—1879 nur 0.21 pro mille.[4]) Die Vollendung der Kanalisation in Frankfurt fällt auf das Jahr 1872. — In Hamburg kamen auf 1000 Gestorbene jährlich Typhustodesfälle: für die 7 Jahre vor dem Beginne des Sieldaues (1838—1844) 48.5; für die 9 Jahre während der Ausführung der Siele (1845—1853) 39.5; für die ersten 8 Jahre nach vorläufiger Beendigung des Sielnetzes (1854—1861) 29.9; für die folgenden 8 Jahre (1862—1869) nur noch 22. Ferner betrug 1872—1874 die Sterblichkeit am Abdominaltyphus auf 1000 Lebende im Durchschnitt: für die völlig kanalisirten Stadttheile 2.6, für die grösstentheils kanalisirten 3.2; für die nicht kanalisirten ländlichen Districte 4.6.[5]) Bezüglich Münchens fand Soyka[6]), dass die Abnahme des Typhus eine verschieden grosse war, je nachdem der Stadttheil neu besielt oder nur mit alten schlechten durchlässigen Kanälen versehen war. Von 2 für den Typhus nahezu gleich disponirten Localitäten (Strassengruppen) zeigte die eine, mit alten schlechten Kanälen versehene, innerhalb der Jahre 1875/80 gegenüber 1866/80 eine Abnahme der Ty-

1) Buchanan, Ninth Report of the Medical Officer of Privy Council for 1866. London 1867.

2) Pettenkofer, Ueber die Abnahme der Typhussterblichkeit in der Stadt München u. s. w. Deutsch. Vierteljahrsschr. f. öffentl. Gesundheitspflege. VI. S. 239.

3) Soyka, Kritik der gegen die Schwemmkanalisation erhobenen Einwände. S. 75. 1880.

4) Ang. bei Soyka, a. a. O. — Siehe auch: Varrentrapp, Offener Brief an Herrn Dr. Erhardt, ersten rechtskundigen Bürgermeister von München. Deutsch. Vierteljahrsschr. f. öffentl. Gesundheitspfl. XII. S. 558.

5) Sander, Handb. d. öffentl. Gesundheitspfl. S. 68.

6) Soyka, Untersuchungen zur Kanalisation. Zeitschr. f. Biol. XVII. S. 368.

phusmortalität von 17.1%, der analoge jedoch 1870—72 mit Sielen versehene Stadttheil eine Herabminderung um 42.2%.

Auch die Choleraepidemien haben, nach zahlreichen Angaben, an Intensität überall abgenommen, wo energische Maassregeln zur Reinhaltung des Untergrundes bewohnter Orte getroffen worden sind. Die Choleraepidemie der Jahre 1848/49 traf alle von Buchanan (l. c.) angeführten Städte noch in dem althergebrachten Zustande, wie er vor Einführung der sanitary works existirte; nur 7 dieser Städte blieben damals von der Krankheit befreit und in den meisten trat sie mit ziemlich bedeutender Intensität auf. Die Epidemie von 1854 fiel in eine Zeit, wo der Bau der Schwemmsiele in den englischen Städten schon begonnen hatte; damals blieben 10 von 24 Städten von der Krankheit ganz frei und in den übrigen trat sie in weit geringerer Heftigkeit auf als im Jahre 1848/49. Die Epidemie von 1866 endlich fand alle 24 Städte mit Schwemmsielen versehen, besuchte nur 6 derselben und erreichte in keiner Stadt eine irgendwie erhebliche Intensität. — Auch in Danzig ist man geneigt, das günstige Verhalten der Stadt während der letzten Choleraepidemie als eine Folge der Schwemmkanalisation zu betrachten.

Aber nicht nur Abdominaltyphus und Cholera, sondern auch die Lungenschwindsucht soll unter dem Einflusse der „Sanitätswerke" und speciell der Trockenlegung des Städtegrundes durch Drainage, seltener werden. Schon Bowditsch hatte nach Beobachtungen amerikanischer Aerzte in 325 Städten einen Zusammenhang der Schwindsucht mit der Bodenfeuchtigkeit constatirt, und zwar in der Weise, dass auf feuchtem Boden mit reichem organischem Leben die genannte Krankheit häufiger vorkommt als auf trockenem Boden.[1]) Sodann hat Buchanan[2]) in den von ihm untersuchten 24 Städten gefunden, dass im Allgemeinen die Austrocknung des Bodens mittelst tief gelegener Siele eine nicht unerhebliche Abnahme der Schwindsucht zur Folge habe: 9 Städte zeigten eine Abnahme der Phthise von 1—43% und der übrigen Lungenkrankheiten von 0—27%; in 10 Städten zeigte sich, gegenüber einer Verminderung der Phthise von 5—49%, eine Zunahme der übrigen Lungenkrankheiten von 3—28%; endlich in 5 Städten ergab sich Gleichbleiben oder Steigerung der Todesfälle durch Schwindsucht von 0—20%.

Buchanan hat sodann drei englische Grafschaften mit grossen Verschiedenheiten des Bodens, im übrigen aber ziemlich gleichmässigen Lebensverhältnissen, auf ihr Verhalten der Schwindsucht gegenüber untersucht[3]) und gefunden, dass die Sterblichkeit an dieser Krankheit um so grösser ist, je mehr Personen auf schwerdurchlässigem Boden leben, und dass auch diejenigen Districte, welche zwar einen an sich durchlässigen, aber

---

1) Beneke, Zur Aetiologie und Therapie der Lungenschwindsucht (Arch. d. Ver. f. wissenschaftl. Heilk. 1865. No. I u. II).

2) Buchanan, Ninth Report etc.

3) Buchanan, Tenth Report of the Medical Officer of Privy Council for 1867. London 1868. — Ref. siehe in der Deutsch. Vierteljahrsschr. f. öffentl. Gesundheitspflege. I. 2. Heft, sowie bei Finkelnburg, Die öffentl. Gesundheitspflege Englands. S. 206 u. flgde. — Siehe auch Eigenbrodt, Die Städtereinigung zur Verhütung der steigenden Verunreinigung des Erdbodens unserer Wohnorte. 1868.

in Folge tiefer Lage beständig durchfeuchteten Boden besitzen, ebenfalls eine hohe Schwindsuchtsmortalität aufweisen. Der Procenttheil der auf schwer durchlässigem Boden wohnenden Bevölkerung steigt von 5 im Districte Hastings auf 70 im Districte Petworth, und dementsprechend erhebt sich in ziemlich constanter Reihenfolge die Zahl der Schwindsuchtsterbefälle auf je 1000 Einwohner zwischen 15 und 55 Jahren von 2.49 auf 4.62.

Nach Buchanan hat ferner in den betreffenden 24 Städten nach Einführung der Sanitätswerke auch eine merkbare Verminderung der Kindersterblichkeit im ersten Lebensjahre stattgefunden, und zwar betont er, dass gerade da, wo die Sterblichkeit der Kinder am schlimmsten gewesen sei, sich seither der stärkste Rückgang gezeigt habe; in einzelnen Städten allerdings hat eine Vermehrung der Kindersterblichkeit stattgefunden. In neuerer Zeit hat man auch von anderen Seiten den Zusammenhang der Sommerdiarrhöen der Kinder, die ja, wie bekannt, einen wesentlichen Beitrag zur Gesammtsterblichkeit des ersten Kindesalters liefern, mit Bodenverhältnissen betont, aber zuverlässige Beobachtungen hierüber sind unseres Wissens nicht vorhanden.

Endlich hebt Buchanan auch die Verminderung der Gesammtsterblichkeit durch die Sanitätswerke hervor. Die 24 englischen Städte, auf welche er sich bezieht, hatten vor Einführung der Sanitätswerke im Durchschnitt eine Mortalität von 24.7 auf 1000 Einwohner, nachher eine solche von 21.9, so dass also von je 1000 Einwohnern jährlich 3 weniger starben als früher. — Für die Stadt London ergibt sich ein ähnliches Verhältniss. Diese Stadt hatte im Durchschnitt in den Jahren[1]):

1840—1849	. . . 25.1	pro mille Todesfälle
1850—1859	. . . 24.1	„ „ „
1860—1869	. . . 24.3	„ „ „
1870—1879	. . . 23.0	„ „ „

Also im letzten Jahrzehnt, im Vergleich mit den 40er Jahren, eine Minderung der Gesammtmortalität von 2.1 pro mille, wobei nicht zu vergessen ist, dass wohl als die wesentlichste, im Laufe dieser Zeit vor sich gegangene Veränderung im sanitären Zustande dieser Stadt die Maassregeln zur Reinhaltung des Untergrundes und der Atmosphäre betrachtet werden müssen. — Die Sterblichkeit in Danzig war nach den Angaben Lievin's[2]) in den 7 Jahren von 1863—1869 durchschnittlich gleich 36.85 auf 100 Lebende[3]); nachdem jedoch im Laufe der Jahre 1869 und 1871 die neue Wasserleitung und die Kanalisation in Betrieb gesetzt waren,

1) Varrentrapp, Offener Brief u. s. w. A. a. O. S. 549.

2) Lievin, Die Mortalität in Danzig während der Jahre 1863—1869. Deutsch. Vierteljahrsschr. f. öffentl. Gesundheitspflege. III. S. 355.

3) Diese Sterblichkeit musste einem an andere Verhältnisse gewohnten Engländer so abnorm hoch vorkommen, dass der zum Entwurfe des Kanalisationsprojectes nach Danzig berufene Ingenieur Latham über diese Stadt schrieb: „Heutigen Tages kann man sagen, Danzig befindet sich in der Lage einer vom Feinde belagerten Stadt und dieser Feind ist — der Tod“. Deutsche Vierteljahrsschr. f. öffentl. Gesundheitspflege. I. S. 168. 1869.

betrug die Gesammtmortalität der Stadt im Durchschnitt der Jahre 1872 bis 1876 nur 28.54 pro mille.[1]) — In Frankfurt a. M. ist zwar im Laufe der 70er Jahre, also nach Einführung der Kanalisation, die absolute Sterblichkeitsziffer allerdings grösser geworden, als sie in den Jahren 1840 bis 1870 war (21.2 pro mille gegenüber von 17.6 und 19.1 pro mille), was sich nach Varrentrapp[2]) durch die tiefgreifende Veränderung erklären lässt, welche die Bevölkerung der Stadt in den sie bildenden Elementen seit den Jahren 1864 und 1866 erfahren hat. Wenn man aber die bedeutende Vermehrung der Geburtsziffer in den letzten zwei Jahrzehnten berücksichtigt, so ergibt sich, dass die Mortalität der Stadt auch gegenwärtig nicht unbeträchtlich hinter der berechneten „normalen" Sterbeziffer zurückbleibt.

Wenn nun einerseits alle die angeführten Beobachtungen wirklich für den wohlthätigen Einfluss sprechen, den die auf Reinhaltung des Untergrundes der Städte gerichteten Maassregeln auf die Gesundheitsverhältnisse der Bevölkerung ausüben, so ist andererseits nicht zu verhehlen, dass alle solche statistischen Angaben und die darauf gegründeten Schlüsse nicht ohne eine gewisse Vorsicht aufzunehmen sind. Dies gilt in erster Linie von den Untersuchungen Buchanan's, worauf schon vor längerer Zeit Virchow aufmerksam gemacht hat[3]), indem er aus den Buchanan'schen Tabellen selbst nachwies, dass die englische Nomenclatur der Krankheiten noch sehr schlecht sei und eine unsichere Grundlage für statistische Zahlen bilde. Namentlich gelten diese Einwürfe Virchow's den Angaben Buchanan's über die Verminderung der Sterblichkeit an Lungenschwindsucht. Aber auch der Einfluss der Sanitätswerke auf das gelindere Auftreten der Cholera scheint etwas weniger sanguinistisch aufgefasst werden zu müssen, als dies Buchanan gethan hat, denn es ist Thatsache, dass in ganz England die Choleraepidemien von 1854 und 1866 viel weniger Opfer forderten, als diejenige von 1848/49. Es betrug nämlich die Sterblichkeit an Cholera in ganz England[4]):

1848—1849	. . .	3.14 pro mille
1854	. . .	1.09 „ „
1866	. . .	0.68 „ „

Auch der Ausspruch Buchanan's über die Herabsetzung der Gesammtmortalität durch die Sanitätswerke muss sich eine gewisse

1) Deutsch. Vierteljahrsschr. f. öffentl. Gesundheitspflege. IX. S. 350. 1877.

2) Varrentrapp, Offener Brief u. s. w. S. 562 u. flgde.

3) Virchow, Kanalisation oder Abfuhr? Eine hygienische Studie. S. 27. 32. 40 u. 68. 1869.

4) Virchow, a. a. O. S. 42.

Reduction gefallen lassen, denn es hat factisch seit 40 Jahren in England überhaupt eine Verminderung der Sterblichkeitsziffer stattgefunden, und zwar nicht nur in den Städten, sondern auch in den ländlichen Bezirken. Varrentrapp[1]) gibt hierüber folgende Zahlen; es kamen in England auf 1000 Einwohner Todesfälle:

	In England überhaupt	In den städtischen Bezirken	In den ländl. Bezirken
1847—1850	23.4	26.9	20.6
1851—1855	22.7	25.5	20.1
1856—1860	21.8	23.8	19.7
1861—1865	22.7	24.7	20.0
1866—1870	22.4	24.8	19.4
1871—1875	22.0	24.0	19.3
1876—1879	21.0	22.7	18.7

Ueberhaupt ist zu bemerken, dass im Allgemeinen die Beobachtungen, auf welche sich die Autoren stützen, wenn sie aus der Verminderung der Sterblichkeit im Ganzen oder speciell an Infectionskrankheiten den hygienischen Nutzen der Sanitätswerke beweisen wollen, die Forderungen, welche man an eine wissenschaftliche Analyse irgend einer Erscheinung stellen muss, selten genügen.[2]) So sind namentlich meist die Zeiträume der Beobachtung zu kurz und nicht selten allzu willkürlich zusammengestellt, so dass bei einer anderen, ebenso gerechtfertigten Configuration der Zahlen man auch abweichende Resultate erhalten würde. Sodann ist es bei der Complicirtheit der Verhältnisse, durch welche die Mortalitätsziffer grösserer Städte bedingt wird, äusserst schwer oder sogar unmöglich, den Einfluss aller übrigen Bedingungen, mit Ausnahme derjenigen, welche man gerade untersuchen will, auszuschliessen. Endlich ist noch darauf hinzuweisen, dass die nackte Sterblichkeitsziffer, ungeachtet ihrer grossen Bedeutung, doch kein untrüglicher Maassstab für die sanitären Zustände einer Stadtbevölkerung ist: Die Mortalität kann, wie dies oben für Frankfurt erwähnt wurde, ungeachtet einer unzweifelhaften Besserung der Gesundheitsverhältnisse im Allgemeinen, dennoch in Folge zufälliger Aenderungen in der Zusammensetzung der Bevölkerung gleichbleiben oder sogar zunehmen.

Hieraus folgt nun aber keineswegs, dass wir Alles beim Alten belassen sollen, denn einerseits ist es kaum zweifelhaft, dass ein mit Fäulnissproducten durchsetzter Boden, bei einem gewissen Grade

1) Varrentrapp, Offener Brief u. s. w. S. 548.

2) Siehe hierüber z. B. die allerdings sehr skeptisch gehaltenen Bemerkungen Flügge's (Beiträge zur Hygiene. S. 79—85. 1879).

seiner Durchfeuchtung, die Verbreitung verschiedener Infectionskrankheiten wirklich begünstigt, und andererseits erhält man aus dem vorliegenden Material immerhin den bestimmten Eindruck, wenn auch nicht die absolute, wissenschaftlich streng begründete Gewissheit, dass durch Reinhaltung des Städtegrundes von festen und flüssigen Abfallstoffen und durch Regelung der Durchfeuchtung der oberen Bodenschichten nicht nur Cholera und Typhus in ihrer Intensität und Extensität herabgesetzt werden können, sondern dass im Allgemeinen die Gesundheitszustände der Städte sich unter dem Einflusse dieser Maassregeln günstiger gestalten.

Im Hinblick auf diesen Standpunkt, den sowohl die Gesundheitslehre als auch die öffentliche Gesundheitspflege gegenwärtig einnehmen müssen, sowie mit Rücksicht auf die Wichtigkeit der hier berührten Frage, ist es sehr zu bedauern, dass Naegeli [1]) durch Aeusserungen, welche auf rein deductiven Schlussfolgerungen beruhen, seine wissenschaftliche Autorität zur Vertheidigung der Versitzgruben in die Wagschaale geworfen hat, — um so mehr, als seine, ohne jeglichen objectiven Nachweis hingeworfenen Behauptungen, dass eine geringere Verunreinigung eines nasstrockenen Bodens schädlich wirke, dass jedoch eine starke Verunreinigung wahrscheinlich eher günstige Folgen habe, dass ferner bei Epidemien jene Gegenden und Stadttheile sich relativ günstiger verhalten, in denen, ceteris paribus, die grösste dauernde Verunreinigung des Bodens sich finde, leider Anklang auch unter den Aerzten gefunden haben.[2]) Wie Soyka [3]) richtig bemerkt, finden sich in der Nähe von Versitzgruben neben Orten mit stärkerer Verunreigung auch immer Stellen, wo die Verunreinigung eine „geringere“ ist. „Am Rande finden wir da die grösste Concentration, so gross vielleicht, dass in diesen Stoffen die Spaltpilze gar nicht leben können; aber die Verunreinigung zieht sich weiter, das Versitzende verdünnt sich allmählich mit der Entfernung, und wir bekommen in einem gewissen Umkreise alle möglichen Grade der Concentration, sodass der ursprünglich ungünstige Nährboden um diese Unrathsstelle herum recht wirksam werden kann.“

---

1) Naegeli, Die niederen Pilze in ihren Beziehungen zu den Infectionskrankheiten und der Gesundheitspflege.

2) Ein interessantes Beispiel der Begriffsverwirrung, die in gewissen Kreisen durch die oben angezogenen Aeusserungen Naegeli's entstanden ist, liefert die Gesundheitscommission der Stadt Amsterdam, welche fast einstimmig zu dem Schlusse gelangte, dass eine wesentliche Bodenverunreinigung durch Versitzgruben nicht stattfinde, und dass überhaupt diese Gruben ein vollkommen unschädliches Institut seien. — Siehe hierüber die 7. Beilage zu dem III. Berichte über die Verhandlungen und Arbeiten der vom Stadtmagistrate München niedergesetzten Commission für Wasserversorgung, Kanalisation und Abfuhr. S. 75—80. 1879.

3) Besprechung des Naegeli'schen Werkes im Arch. f. experim. Patholog. u. Pharmak. Bd.

Nach dem Gesagten können die Aufgaben der öffentlichen Gesundheitspflege in Beziehung auf Städtereinigung, und somit auch diejenigen Anforderungen, welchen jedes hierzu vorgeschlagene System entsprechen muss, folgendermaassen formulirt werden:

Erstens: Reinhaltung der Erdoberfläche und des Untergrundes von festen und flüssigen Unrathstoffen jeglicher Art, und somit Verhinderung der Luftinfection durch schädliche Producte der im Boden vor sich gehenden Fäulnissprocesse.

Zweitens: Regulirung des Durchfeuchtungsgrades der oberflächlichen, über dem Grundwasser liegenden Bodenschichten; Trockenlegung der Fundamente und Kellersohlen der Häuser.

Diese beiden Aufgaben können durch folgende Maassregeln gelöst werden[1]):

1. Möglichst vollständige Isolirung aller flüssigen und festen Excremente vom Boden; möglichst rasche Entfernung derselben aus den Häusern und aus der Stadt, so dass von einer schädlichen Zersetzung dieser Abfallstoffe im Bereiche der Wohnungen nicht die Rede sein kann.

2. Sofortige Ableitung alles Abwassers aus Küchen, Waschküchen, Badestuben, gewerblichen Anlagen u. s. w., ohne dass dasselbe in Berührung mit dem Stadtgrunde käme.

3. Frühzeitige Entfernung aller festen Küchenabfälle, des Strassenkothes, der festen Fabrikrückstände, der Schlachthausabgänge u. s. w.

4. Sorge für richtigen Ablauf des Regenwassers, selbst von den niedrigst gelegenen Punkten der Stadtoberfläche.

5. Zweckmässige Drainage des Stadtgrundes.

Dazu kommt noch als 6. Punkt: möglichste Fernhaltung alles Unrathes von Flüssen, namentlich im Bereiche bewohnter Orte, und Unschädlichmachung desselben durch Ueberlieferung sämmtlicher düngenden Stoffe an bebautes Land.

Durch Einrichtungen, welche den hier aufgestellten Forderungen entsprechen, können wir mit Recht hoffen, nicht nur die örtliche und zeitliche Disposition des Städtegrundes zur Entwicklung specifischer Krankheitskeime oder der zu ihrer Einwirkung auf den menschlichen Organismus nöthigen Substrate bedeutend zu vermindern, sondern auch die Gesundheitsverhältnisse der Städte im Allgemeinen zu bes-

---

1) Siehe hierüber auch Varrentrapp, Die directen und indirecten hygienischen Aufgaben einer systematischen Städteentwässerung. Deutsch. Vrtljhrsschr. f. öffentl. Gesundheitspflege. IV. S. 521.

sern. Es scheint uns aber verfrüht, Rechnungen darüber anzustellen, wie viele Menschenleben jährlich hierdurch gerettet werden könnten. Mit Recht hat Pettenkofer vor allzu rosigen Erwartungen gewarnt.[1])

IV.

Allgemeines über die verschiedenen Systeme der Städtereinigung.

Es ist natürlich, dass für eine so complicirte Aufgabe, wie sie ein gleichmässig ausgearbeitetes und vollkommenes System der Städtereinigung darstellt, sehr mannigfaltige Lösungen gesucht und empfohlen wurden, und man darf sich auch nicht wundern, dass es bis jetzt zu keiner einheitlichen Anschauung hierüber gekommen ist.

In der That sind die hierbei ins Spiel kommenden Interessen sehr verschiedener und theilweise einander diametral entgegengesetzter Natur[2]): ausser dem sanitären Standpunkt sind ja auch immer die Geldfrage und die örtlichen Bedingungen im Auge zu behalten. Auch die nationalökonomischen Bedenken, die sich an einen möglichen Verlust der im städtischen Unrath vorhandenen Düngstoffe knüpfen, dürfen nicht ganz vernachlässigt werden; leider nur ist diese, ursprünglich von Liebig[3]) im weitesten Sinne und im Interesse der ganzen Menschheit aufgeworfene Frage später ausschliesslich im Partei-Interesse ausgebeutet worden. — Es ist gewiss beruhigend, wenn wir aus dem Munde des ersten Bürgermeisters von München[4]) hören, dass die vorliegende Frage in erster Linie eine Frage der öffentlichen Gesundheit sei, dass die Geldfrage, wenn auch wichtig, so doch untergeordnet sei, und noch untergeordneter die landwirthschaftliche Frage. Allein die Gesundheitslehre wird hierdurch nicht von der moralischen Pflicht entbunden, bei allen ihren Vorschlägen den

1) Pettenkofer, Ueber den Werth der Gesundheit für eine Stadt. S. 28. 1872.

2) Sehr treffend schildert Virchow (Ueber die Kanalisation von Berlin. 1868. S. 46) die verschiedenen Interessen, welche bei der Frage über die zweckmässigste Reinigungsmethode der Städte eine Rolle spielen: „Jedes concurrirende Interesse, jede selbständige Arbeit bringt einen neuen Standpunkt für die Beurtheilung. Der Steuerzahler hat einen anderen Maassstab als die Verwaltung; der Hauseigenthümer sieht die Sache anders an als die Polizei. Aber auch die Landwirthschaft hat andere Interessen als die öffentliche Gesundheitspflege; die Chemie schiebt andere Seiten der Betrachtung in den Vordergrund als die Biologie. Erst allmählich, theils im Kampfe, theils im Zusammenwirken, werden die höheren versöhnenden Gesichtspunkte gefunden, welche als der Ausdruck der wissenschaftlichen Ueberzeugung des Zeitalters gelten können“.

3) Liebig, Agriculturchemie. 1843. Chemische Briefe. (Volksausgabe) 1865. S. 510.

4) Verhandlungen und Arbeiten der Münchener Commission. IV. Bericht. 1880. S. 90.

ökonomischen Standpunkt im Auge zu behalten und den sanitären Gewinn, den sie sich von der Durchführung gewisser Maassregeln verspricht, gegen die dadurch entstehende Belastung des Budgets der Städte abzuwägen, denn sehr oft kann durch einfachere und billigere Einrichtungen dasselbe Resultat erreicht werden wie durch kostspielige.

Zur Schilderung der einzelnen Methoden übergehend, welche für die Reinigung der Städte vorgeschlagen und in Anwendung gebracht worden sind, haben wir in erster Linie zu bemerken, dass die Schlagworte „Kanalisation“ und „Abfuhr“, welche zur Bezeichnung verschiedener Systeme üblich sind, nicht so verstanden werden dürfen, als ob in dem einen Falle aller Unrath einer Stadt durch Kanäle und Wasserspülung, im anderen durch Abfuhr auf der Achse beseitigt würde. Wenn man von „Kanalisation“ spricht, so versteht man darunter ein einheitliches System unterirdischer Haus- und Strassenkanäle resp. Röhren, durch welche ausser den Fäcalien, alles Abwasser des Haushaltes und der Gewerbe, sowie auch das Regenwasser, in so weit es von Höfen und Strassen abläuft, ohne Aufenthalt aus der Stadt entfernt und zugleich der Städtegrund in entsprechender Weise drainirt wird; der Strassenkoth, die festen Abfälle aus Küchen, Ställen, Fabriken u. s. w. fallen auch an „kanalisirten“ Orten der Abfuhr anheim. Unter einem „Abfuhrsystem“ versteht man dagegen Einrichtungen, bei denen die Fäcalien in festen oder beweglichen Behältern aufgefangen und sodann von Zeit zu Zeit aus der Stadt entfernt werden. Es ist nach dem im vorigen Abschnitte Gesagten selbstverständlich, dass bei der „Abfuhr“ der Fäcalien, damit dieselbe auf den Titel eines Städtereinigungssystems Anspruch machen könne, geradeso wie bei der „Kanalisation“ für eine, die Reinhaltung des Bodens gewährleistende Ableitung des Haus-, Fabrik- und Strassenwassers gesorgt werden muss. Ein Abfuhrsystem, welches nur die menschlichen Dejectionen im Auge hat und sich damit begnügt, Boden und Luft vor der Verunreinigung mit Fäcalien zu schützen, während es die ungeheueren Mengen von städtischem Schmutzwasser ihrem Schicksale überlässt, oder dieselben in schlecht gebauten Kanälen alter Construction den Wasserläufen innerhalb der Städte zuführt, ist kein vollkommenes System der Städtereinigung. Dies muss um so mehr betont werden, als wir weiter oben gesehen haben, dass in Städten mit reichlicher Wasserversorgung die menschlichen Fäcalien nur etwas mehr als 1% der aus Wohnhäusern und gewerblichen Anlagen zu entfernenden Unrathsmassen ausmachen (wobei von Stalldünger, Strassenwasser, festen Fabrikabgängen u. s. w. abgesehen wird), während beinahe 99% derselben aus Schmutzwasser

anderweitigen Ursprunges bestehen. Dazu kommt noch, wie ebenfalls schon erwähnt wurde, dass dieses Schmutzwasser hygienisch durchaus nicht als gleichgiltig betrachtet werden kann, sondern gerade so gut als die Fäcalien vom Boden isolirt werden muss; seine rechtzeitige Entfernung ist deshalb als eine sehr wichtige Aufgabe der Städtereinigung hinzustellen, und darf auch dann nicht unberücksichtigt bleiben, wenn man sich für die Abfuhr der menschlichen Fäcalien entscheidet. Ebensowenig darf hierbei die Drainage des Städtegrundes vernachlässigt werden.

Mit dem soeben Gesagten ist nun von vornherein der Standpunkt gegeben, den die Gesundheitslehre bei Beurtheilung der verschiedenen Systeme der Städtereinigung einzunehmen hat. Nur wenn die gleichen, im Princip als richtig anerkannten Forderungen an alle Systeme gestellt werden, ist eine gleichmässige, gerechte Kritik der letzteren möglich; Ceteris paribus wird dann dasjenige System als das vorzüglichste anerkannt werden müssen, welches erlaubt, diesen Forderungen mit der geringsten Belastung des Gemeindesäckels gerecht zu werden. — Es muss noch erwähnt werden, dass thatsächlich bei den sog. Abfuhrsystemen, mit wenigen Ausnahmen, nur die regelmässige Abfuhr der menschlichen Fäcalien angestrebt wird, die Entfernung der Schmutzwässer aber vollständig in den Hintergrund tritt, weshalb wir unter der Rubrik „Abfuhranlagen“ keine vollkommenen Systeme der Städtereinigung, sondern nur verschiedene Methoden zur Entfernung und Unschädlichmachung der menschlichen Fäcalien treffen werden.

Die gegenwärtig gebräuchlichen Systeme und Methoden lassen sich folgendermaassen gruppiren:

Abfuhranlagen: Entfernung der menschlichen Dejectionen, oder wenigstens der Fäces, auf trockenem Wege.
- Abtrittgruben.
- Kästen oder Tonnen, mit und ohne Scheidung der flüssigen und festen Stoffe; Combination mit der Kanalisation; das sog. „Separate System“.
- Das pneumatische System Liernur's.
- Desodorations- und Desinfectionsanlagen: Erdkloset, Aschenkloset, Müller-Schür's Kloset u. s. w.
- Anhang: Methoden der Poudrettebereitung.

Das *Schwemmkanalsystem:* Entfernung der Abfallstoffe auf nassem Wege, mit Drainirung des Städtegrundes.

V.

Abfuhranlagen.

Die allgemeinen Anforderungen, denen ein Städtereinigungssystem mit Abfuhr der Fäcalien genügen muss, sind oben hinreichend erörtert worden, und wir erwähnen deshalb im Folgenden nur die speciellen Aufgaben, die aus der Natur der Abfuhrsysteme selbst erwachsen und deren Erfüllung unerlässlich ist, wenn eine wirklich geregelte Abfuhr stattfinden soll. Die Berliner gemischte Deputation für die Untersuchung der auf Kanalisation und Abfuhr bezüglichen Fragen, hat diese Voraussetzungen folgendermaassen formulirt[1]):

1. Beseitigung der Abtrittgruben,
2. Beseitigung der Wasserklosets,
3. Herstellung besonderer Abtrittseinrichtungen.

In der That sind nicht nur die eigentlichen Versitzgruben, sondern alle Abtrittgruben überhaupt (aus Gründen, die wir sofort erörtern werden) mit einem geordneten Abfuhrsysteme unverträglich. Es genügt also nicht, dass man bei Fortbestehen der bisherigen baulichen Einrichtungen einfach eine Abfuhr organisirt, sondern man müsste damit beginnen, die Abtrittgruben vollständig zu schliessen und die für die Aufstellung isolirter, fester oder beweglicher Behälter nöthigen baulichen Veränderungen zu treffen. Auch die Wasserklosets, wie sehr sie auch unseren Begriffen von Reinlichkeit und Comfort entsprechen und wie ungern wir sie vermissen möchten, müssen wohl in der Regel entfernt werden, da die Abfuhr des Spülwassers dieser Klosets aus finanziellen Gründen unmöglich ist.

Obgleich nun die Abtrittgruben vom hygienischen Standpunkt aus zu verwerfen sind, so werden sie doch schwerlich sehr bald vollständig verdrängt werden können, so dass hier eine Besprechung derselben nicht zu umgehen ist.

A. Abtrittgruben.

Lage und Bau. Die Abtrittgrube darf niemals unter bewohnten Räumlichkeiten gelegen sein, auch nicht direct an die Mauer eines Wohnhauses stossen; die gewöhnliche Einrichtung, dass die Fundamentmauer des Hauses zugleich auch als Wand der Abtrittgrube dient, ist durchaus zu verwerfen. Das Material, aus welchem die Grubenwände construirt sind, soll für Wasser möglichst undurchlässig sein: Hölzerne oder schlecht gemauerte Wände dürfen nicht geduldet werden; dieselben sollen aus Backstein mit Cementputz gemauert sein. Allerdings werden, wie die Untersuchungen Wolffhügels (s. oben) gezeigt haben, mit der Zeit auch solche Mauern

1) Virchow, Generalbericht. S. 85.

für Grubeninhalt durchlässig, durch Verbindung der Kieselsäure des Cementes mit den Alkalien der Fäcalien, — doch muss zugegeben werden, dass es möglich ist die Durchlässigkeit der Grubenwände auf ein Minimum zu reduciren, wenn man die Gruben klein macht und den Inhalt oft abführen lässt, wodurch die Zersetzungsvorgänge des letzteren, namentlich aber die Ammoniakentwicklung, bedeutend vermindert werden. Nach der Angabe Thorwirth's[1]) ist es am besten, wenn die Wände aus einer doppelten Schicht von hartgebrannten und glasirten Backsteinen bestehen, zwischen denen sich eine Lage von plastischem Thone befindet. Schon das Umgeben der Grubenmauern mit einer mehrere Zoll dicken Lehmschicht schützt das umliegende Erdreich wesentlich vor der Imprägnation mit Grubeninhalt. Der Rauminhalt der Gruben soll möglichst klein sein, damit nicht die faulenden Excremente Jahre lang in denselben angesammelt werden können. Je kleiner die Grube ist und je öfter sie entleert wird, desto vollkommener werden die mit ihrer Existenz verbundenen Uebelstände vermieden. Im Interesse einer möglichst vollständigen Reinigung der Grube ist es vortheilhaft, die Winkel abzurunden und den Boden nach Art eines umgekehrten Gewölbes zu vertiefen. Es ist wichtig, dass die Grube möglichst luftdicht zugedeckt sei: einerseits wird hierdurch das Regenwasser von derselben abgehalten, andererseits wird durch eine gute Bedeckung der gasförmige Inhalt der Grube weniger abhängig von den Luftbewegungen und den Schwankungen des Luftdrucks. Am einfachsten und zweckmässigsten ist der Verschluss mit einer gut eingepassten Eisenplatte; ist die Grube blos mit Brettern gedeckt, so muss auf die letzteren eine Lehmschicht aufgetragen werden.

Ventilation. Die gewöhnlichste, aber auch allerunzweckmässigste Art des Luftwechsels in den Abtrittgruben ist das unter dem Drucke der äusseren, kälteren Luft zu Stande kommende Aufsteigen des gasförmigen Inhaltes der Gruben durch die Abtrittröhren hinauf in die Wohnungen. Durch das Anbringen eines einfachen Dunstrohres im Scheitel der Grube wird dieser Vorgang nicht verhindert, sondern im Gegentheil begünstigt, da hierbei die äussere Luft leichten Zutritt zur Grube bekommt und die Grubengase durch die Abtrittröhre hinaufdrücken kann, was durch hermetisches Zudecken der Grube unmöglich gemacht wird.

Ueber die Quantitäten der Abtrittgase, mit welchen wir auf diese Weise unsere Häuser versehen, ist oben schon das Nöthige gesagt; die

---

1) Angeführt bei Roth u. Lex, a. a. O. I. S. 447.

Qualität der in den Abtrittröhren aufsteigenden Luft ist von Beetz[1]) untersucht worden; es ergab sich ein Gehalt an Kohlensäure von 2.88 bis 4.33 pro mille, an Ammoniak von 0.0087 bis 0.06 Mgrm. per Liter, nebst Spuren von Schwefelwasserstoff. Beetz hat auch den Sauerstoffverbrauch durch Grubeninhalt untersucht und gefunden, dass derselbe besonders gross war bei Ausschluss der Ventilation und wenn die Luft durch Schütteln in innigere Berührung mit dem Versuchsobjecte gebracht wurde; im letzteren Falle wurden in 8 Stunden 6.88 % Sauerstoff verbraucht, sodass die Luft nur noch 14.09 % enthielt; wurde die Flasche nicht geschlossen und nicht geschüttelt, so enthielt nach 20 Stunden die Luft immer noch 17.6% Sauerstoff.

Die einfachste und beste Art der Ventilation einer Abtrittgrube besteht in der vielfach von Pettenkofer[2]) betonten Verlängerung des Fallrohres über das Dach hinaus, mit hermetischer Bedeckung der Grube, wobei es zweckmässig ist, im obersten Theile des Fallrohres eine Wärmequelle (Gasflamme) anzubringen und andererseits das Abtrittfenster offen zu halten. In diesem Falle kann auch dann, wenn sich Abtritte in mehreren Etagen übereinander befinden, keine Luft aus der Abtrittröhre in die Wohnungen eindringen, denn es findet eine direct entgegengesetzte Luftströmung statt: die durch die Abtrittfenster eintretende äussere, kältere Luft nimmt ihren Weg durch die Brillenlöcher in das Seitenrohr und wird sodann durch die immer von hinten nachdrängende Luft im Vereine mit den etwa aus der Grube aufsteigenden Abtrittgasen durch das erwärmte Fallrohr nach oben gedrückt, wo sie in die freie Atmosphäre abfliesst. Eine wesentliche Bedingung für regelmässige und genügende Wirkung dieser Ventilationsart ist, dass das Fallrohr auch über dem Abtritt der obersten Etage denselben Querschnitt behalte, den es weiter unten hat.

Das von d'Arcet vorgeschlagene System den Abtrittgrubenventilation beabsichtigt die Ableitung der Fäulnissgase durch ein Abzugsrohr, welches vom Scheitel der Grube bis über das Dach hinausgeführt wird, während im übrigen die Grube hermetisch zugedeckt ist. Dieses Ventilationsrohr lässt d'Arcet neben einem beständig warmen Schornsteine aufsteigen, indem er beide nur durch eine Blechwand trennt, wodurch im Abzugsrohr ein aufsteigender Luftstrom unterhalten wird; für das Abzugsrohr verlangt er einen Querschnitt, welcher wenigstens gleich der Summe der Querschnitte der unteren Oeffnungen der in die Grube einmündenden Fallrohre sein soll. Bei diesem System nimmt die durch die Abtrittfenster eintretende Luft, wie bei der von Pettenkofer vorgeschlagenen Methode, ihren Weg durch die beständig offenen Brillenlöcher; von da aber wird sie durch die nachfolgende Luft hinuntergedrückt, in die Abtritt-

1) Beetz, Ueber die Luft in Kanälen. Aerztl. Intelligenzblatt. 1877. No. 20.
2) Pettenkofer, Vorträge über Kanalisation und Abfuhr. 1876. 3. Vortrag.

grube, und aus der letzteren durch das Abzugsrohr hinauf, ins Freie. — Sander[1]) fand es zweckmässig, ein Blechrohr von hinlänglicher Weite aus der Grube nach dem bis zum Keller verlängerten Küchenschornstein zu führen, wobei auch zur Nachtzeit (wenn in der Küche kein Feuer brennt) ein auffallender Geruch im Hause nicht bemerkbar sein soll. Andere ziehen die Anbringung des zum Schornstein führenden Abzugsrohres unmittelbar unter dem Abtrittsitze vor. Jedenfalls ist es besser, wenn das Abzugsrohr eine eigene Wärmequelle besitzt und nicht auf die Wärme des Schornsteines angewiesen ist. Eine directe Verbindung der Ventilationsrohre mit dem Innern der Schornsteine sollte man vermeiden, weil es bei dieser Combination immerhin möglich ist, dass unter gewissen atmosphärischen Einwirkungen die Fäulnissgase durch den Schornstein hinunter in die Wohnungen steigen.

Die Fallrohre der Abtritte müssen im Wesentlichen eine vertikale Richtung haben, innen glatt und aus einem undurchlässigen Material hergestellt sein; Fallröhren von Holz durchtränken sich mit Jauche und sind nicht zu dulden; am besten empfehlen sich emaillirte gusseiserne Röhren oder glasirte Thonröhren. Der Winkel, welchen Seitenrohre mit dem Hauptrohre bilden, darf 25—28 Grad nicht überschreiten.

Das obere, trichterförmige Ende des Seitenrohres im Abtritt soll nach Vogt[2]) nicht die konische oder bauchige Form haben, welche man gewöhnlich antrifft. Die letztere ist nur zweckmässig für Wasserklosets; bei Abtritten ohne Wasserspülung muss die Hinterwand des Sitztrichters vertikal sein oder sogar nach unten etwas zurückweichen, damit nicht die festen Excrementmassen daran kleben bleiben können. Die Vorderwand des Trichters darf ebenfalls keine Ausbauchung haben und ihre Neigung muss eine möglichst starke sein, um den Abfluss zu beschleunigen. Um den niederfallenden Fäces eine möglichst geringe Ausbreitung zu gönnen und die Geschwindigkeit des die Wände abspülenden Harnes zu erhöhen, gebe man dem Trichter und dem sich daran anschliessenden Seitenrohre einen eiförmigen Querschnitt.[3])

Desinfection. Die Desinfection des Inhaltes der Abtrittgruben wurde namentlich als Schutzmittel gegen Epidemien empfohlen, zu einer Zeit, wo man die Keime von Cholera und Darmtyphus ausschliesslich in den Darmexcreten der Kranken vermuthete. Gegenwärtig haben sich die Ansichten über die Aetiologie von Typhus und Cholera wesentlich modificirt, die Rolle des Bodens ist mehr und mehr als unzweifelhaft erkannt worden und die Excremente haben die ihnen früher zugeschriebene Bedeutung als unmittelbarer Träger

---

1) Sander, Handb. d. öffentl. Gesundheitspfl. S. 343.

2) Vogt, Ueber Städtereinigung. 1873. S. 76.

3) Siehe hierüber auch Lipowsky, Ueber Entstehung und Einführung des Heidelberger Tonnensystems. S. 19. 1878.

des Typhus- und Choleragiftes in den Augen der Hygieniker verloren. Unsere Bestrebungen sind deshalb nicht mehr auf die Desinfection der Excremente gerichtet, sondern auf ihre Isolirung vom Boden und schleunige Entfernung aus der Nähe der Wohnungen. Dieser Umschwung in den Anschauungen über den hygienischen Werth der Desinfection der Excremente ist um so weniger zu bedauern, als die Desinfection, auch wo man sie, zur Zeit von Cholera- oder Typhusepidemien, practicirte, doch nirgends (vielleicht mit Ausnahme von Leipzig) in einer Weise gehandhabt wurde, die eine wirkliche Unschädlichmachung der vermuthlichen Krankheitsgifte garantirt hätte. Ihre Ausführung durch eigens hierzu angestellte Personen ist nämlich äusserst kostspielig und umständlich, und man hat sie deshalb allgemein den Hausbesitzern und Miethern überlassen, wodurch natürlich jede Controle unmöglich gemacht wurde. Wenn demnach die Desinfection des Abtrittgrubeninhalts als Mittel gegen die Verbreitung von Typhus und Cholera die ihr früher zugeschriebene Bedeutung verloren hat, so muss doch zugestanden werden, dass wir durch Anwendung zahlreicher chemischer Substanzen wesentliche Veränderungen in den Excrementen hervorbringen, modificirend auf die Menge und den Charakter ihrer gasförmigen Ausdünstungen einwirken und somit die Wohnungen, die mit Abtrittgruben versehen sind, bis zu einem gewissen Grade vor dem Eintritt der Abtrittgase schützen können.

Meine in dieser Richtung unternommenen Versuche [1]) haben gezeigt, dass z. B. Sublimat und Eisenvitriol die Ammoniak- und Schwefelwasserstoff-Entwickelung vollständig sistiren und die Abgabe von übelriechenden Kohlenwasserstoffen, flüssigen Fettsäuren u. dgl. sehr wesentlich beschränken; denselben Dienst leistet die Schwefelsäure; Zusatz von Kalkmilch ergab sehr starke Entwickelung von Ammoniak, in Bezug auf Schwefelwasserstoff und organische Substanzen verhielt sie sich wie die übrigen Mittel; die Gartenerde hielt das Ammoniak nicht vollständig zurück, sistirte dagegen die Abgabe von Schwefelwasserstoff und verhinderte in hohem Maasse die Abgabe übelriechender organischer Substanzen; Holzkohle zeigte eine ähnliche, aber weniger vollkommene Wirkung. Die Kohlensäureabgabe wurde durch alle chemischen Substanzen bedeutend vermindert, durch Gartenerde und Holzkohle aber vermehrt. Dasselbe gilt von der Sauerstoffaufnahme; der letztere Umstand deutet darauf hin, dass durch die chemischen Substanzen der organische Lebensprocess im Boden nicht unerheblich beschränkt und unter Umständen, wenigstens zeitweilig sistirt wird, während durch Mischung der Excremente mit Gartenerde und Holzkohle man denselben intensiver macht. Jedenfalls ist die Wirkung aller dieser Mittel, im Sinne einer Desodorisation der mit Gruben ver-

1) Erismann, Ztschr. f. Biol. XI. S. 207 u. flgde.

sehenen Abtritte, sehr ungenügend, namentlich wenn man sie mit dem Effecte der von Pettenkofer empfohlenen Ventilationsanlage vergleicht. Ausserdem wären die Kosten für eine richtig organisirte Desinfection des Abtrittgrubeninhaltes sehr beträchtliche, auch wenn man nur die Anschaffung der Mittel im Auge hat und von der Anstellung eines eigenen Personales für die Ausführung der Desinfection absieht. Im Vergleich mit der Auslage für die Ventilation des Fallrohres durch eine Gasflamme, würden sich nach Pettenkofer[1]) die Kosten für die Desinfection folgendermaassen gestalten:

	Menge der anzuwendenden Substanz für 30 Menschen im Jahr in Kilo	Kosten für 30 Menschen im Jahr in Mark	Kosten für 100000 Menschen im Jahr in Mark
Eisenvitriol . . .	270	46	150000
Carbolsäure . . .	276	189	630000
Gartenerde . . .	53400	159[2])	530000
Leuchtgas	3 K. F. in der Stunde	95	316700

Entleerung. Die Entleerung der Abtrittgruben wird an vielen Orten noch in äusserst primitiver Weise vorgenommen, indem einfach der Inhalt in bereit gehaltene Wagen mit Fässern ausgeschöpft wird. Hiermit sind wesentliche Uebelstände verbunden, indem einerseits bei grossen und schlecht ventilirten Gruben acute Vergiftungen der Arbeiter durch Abtrittgase, die vorwiegend Schwefelwasserstoff und Schwefelammonium (le plomb) oder Ammoniak (la mitte) enthalten, zu Stande kommen[3]), andererseits die Städtebewohner durch üblen Geruch in Haus und Strasse ungemein belästigt werden; die Verordnung, dass die Gruben auf diese Weise nur bei Nachtzeit geleert werden dürfen, ist ein sehr mangelhaftes Palliativum.

---

1) Pettenkofer, Vorträge über Kanalisation und Abfuhr. 5. Vortrag.

2) Hierbei sind nur die Auslagen für die Zufuhr der Erde gerechnet.

3) Siehe hierüber: Parent-Duchâtelet, Hygiène publique. I. p. 373. 401 u. flgde. — Sodann auch Kraus u. Pichler, Encyclopäd. Handwörterbuch der Staatsarzneikunde. I. 1872. S. 199 u. flgde. — Eulenburg, Handb. d. Gewerbehygiene. 1876. S. 237. — Hirt, Gewerbekrankheiten, und Ziemssen's Handb. d. spec. Pathol. u. Therapie. I. — Interessant sind die durch einen bedauerlichen Unglücksfall in der Irrenanstalt Wernek veranlassten Untersuchungen Gudden's, welche zeigten, dass die Asphyxie bei der acuten Vergiftung mit Kloakengasen nicht von Sauerstoffmangel herrührt, da ein in die Grube hinuntergelassenes Feuer noch unmittelbar über dem Niveau der Flüssigkeit zu brennen fortfährt. Bemerkenswerth ist auch, dass kleine Thiere erst zu Grunde gehen, wenn man sie bis auf 1—2 Fuss dem Gruheninhalte nähert; offenbar erhebt sich das deletäre Gasgemisch nur bis zu einer gewissen und zwar nicht bedeutenden Höhe. Obgleich nun gegenwärtig Unglücksfälle mit Kloakenreinigern selten vorkommen, so ist es doch gerathen Gruben, welche lange geschlossen waren, erst zu besteigen, nachdem sie vorher tüchtig und längere Zeit (einige Stunden) ventilirt worden sind (Pettenkofer, Vorträge über Kanalisation und Abfuhr. 8. Vortrag).

Ein wesentlicher Fortschritt besteht in der Entleerung der Gruben durch Pumpvorrichtungen, wobei der flüssige Theil des Grubeninhaltes vermittelst Saug- und Druckpumpen, die von Hand oder mit Dampfkraft in Bewegung gesetzt werden, durch Schläuche in die zur Abfuhr bestimmten Fässer befördert wird.

Es sind verschiedene Systeme solcher Pumpen im Gebrauch: so z. B. die von Mesdagh angegebene sog. „Priesterpumpe" (Pompe aspirante et foulante), die rasch und sauber arbeitet. Die Schläuche sind von Kautschuk, aussen mit Segeltuch übernäht; am Anfang des Schlauches befindet sich zur Vermeidung von Verstopfungen ein Sieb von konischer Form. Ebenfalls viel gebräuchlich ist die sog. New-Yorker Pumpe von Schiettinger; dieselbe ist ähnlich einer Dampfmaschine mit 2 liegenden Cylindern construirt.[1]) — Auch auf hydropneumatischem Wege werden die Abtrittgruben geleert. Die hierzu gebräuchlichen Apparate bestehen aus einem sog. Kesselwagen aus Eisenblech, welcher vermittelst einer Dampfmaschine mit Wasserdampf gefüllt und hierdurch nahezu luftleer gemacht wird; stellt man sodann die Verbindung des Fasses mit der Grube her, so werden die Fäcalmassen durch Luftdruck in das Fass übergeführt. Wo es möglich ist, den Apparat nahe an die Grube heranzubringen, ist diese Entleerungsmethode sehr zweckmässig; muss dagegen ein langer Schlauch bis zur Grube hin gelegt werden, so geht die Entleerung schwieriger vor sich, weil alsdann die Kraft des Vacuums im Fasse durch die Anwesenheit von Luft in dem langen Schlauche wesentlich beeinträchtigt wird. — Auf pneumatischem Wege, und zwar in zufriedenstellender Weise, geschieht gegenwärtig beispielsweise die Entleerung der Abtrittgruben in Stuttgart und Strassburg[2]), in ersterer Stadt mit den Apparaten der Firma Klotz in Stuttgart, in Strassburg theilweise vermittelst des Systemes Talard, theilweise mit den Apparaten von Philippot und Keller. Beim ersteren wird das Vacuum im Fasse durch eine Dampfluftpumpe, bei dem letzteren ein Dampfstrahlapparat benutzt, welcher die Luft mit der Dampfgeschwindigkeit aus dem Fasse mit fortnimmt. In beiden Städten dürfen die Grubenräumungen nur am Tage stattfinden, weil hierbei die Handhabung einer grösseren Reinlichkeit erzielt wird. — Um bei diesen Entleerungsmethoden der Abtrittgruben die Verbreitung eines üblen Geruches durch die entweichenden Gase zu vermeiden, hat man mit den Entleerungsapparaten die Verbrennung der Gase verbunden. Zu diesem Zwecke leitet man bei Apparaten, die von Hand in Bewegung gesetzt werden, die Gase durch einen besonderen Ofen mit glühenden Kohlen; um hierbei Explosionen der Gase im Fass selbst zu vermeiden, fügt man in die Fass und Feuerstelle verbindende Röhre Drahtnetze ein; die Geruchlosigkeit ist hierbei, wie die Erfahrung mit den Klotz'schen Maschinen beweist, nur bei besonderer Sorgfalt der Arbeiter zu erreichen. Der von Pappenheim vorgeschlagene Holztrichter, in welchem Sägespähne liegen, die mit Chlorkalklösung oder Salzsäure befeuchtet sind,

---

1) Beschreibung und Abbildung dieser Pumpen finden sich bei Salviati, Röder und Eichhorn a. a. O.

2) Münchener Berichte. III. 1878. S. 80 u. flgde.

ist wohl selten zur Anwendung gekommen. Wo zur Erreichung des Vacuums im Fasse eine Locomobile benutzt wird, wie in Strassburg, ist die Geruchlosigkeit leicht zu erreichen, indem man die Gase durch das Feuer der Maschine verzehren lässt. — Wo keine vollständige Entleerung des festen Grubeninhaltes durch die Pumpvorrichtungen erfolgt, muss derselbe mit Handgeräthen weggeräumt werden.

Jedenfalls beweisen die Beispiele von Strassburg und Stuttgart, dass die Entleerung von Abtrittgruben auf eine Weise vorgenommen werden kann, welche weder belästigend, noch mit sanitären Nachtheilen verbunden ist. Als wesentlichen Gewinn in sanitärer Beziehung muss man ferner den Umstand bezeichnen, dass in Stuttgart der Grubeninhalt nur zum geringsten Theil in Sammelbehälter gebracht, sondern grösstentheils sofort an die Landwirthe verkauft und per Achse oder per Bahn verfrachtet wird. Endlich ist die Bestimmung, dass die Grubenentleerung nicht durch den Hausbesitzer veranlasst, sondern in genau abgemessenen Zeiträumen durch die städtische Latrinenverwaltung, resp. den Unternehmer vorgenommen wird, sehr empfehlenswerth.

Man hat für Abtrittgruben auch Einrichtungen vorgeschlagen, welche erlauben den flüssigen Inhalt der Gruben vom festen zu trennen, wodurch nachgewiesenermaassen die Fäulnissvorgänge wesentlich beschränkt werden. Man baut z. B. besondere Gruben für Harn und Koth und leitet den ersteren aus der Kothgrube durch ein unmittelbar an dem leicht geneigten Boden derselben beginnendes Rohr in die etwas tiefer gelegene zweite Grube ab[1]; oder man theilt die Abtrittgrube in zwei Hälften, entweder durch eine senkrechte durchlöcherte Wand, oder aber durch eine massive Scheidewand, die nicht ganz bis auf den Boden reicht, sondern an ihrem unteren Ende auf einem gemauerten Gittergewölbe ruht.[2] Hierbei ist immer die Gefahr vorhanden, dass sich der Diviseur, namentlich wenn er aus einem porösen Steingewölbe besteht, durch Excremente, Papierfetzen u. dgl. verstopfe, was mit grossen Unannehmlichkeiten verbunden sein kann. Wenn man also Theilung der flüssigen Fäcalbestandtheile von den festen anstrebt, ist es jedenfalls besser, die Gruben durch bewegliche Behälter (Tonnen) zu ersetzen.

In Paris, wo die Einrichtung der Separateurs in den Abtrittgruben, mit Ablauf des vorher desinficirten flüssigen Inhaltes in die Strassensiele, eine Zeitlang gestattet war, hat man unangenehme Erfahrungen mit diesem System gemacht; namentlich ist die Leerung der Abtheilung für den Koth, da sie nur von Hand, mit der Schaufel, geschehen kann, gefährlich und hat viele Unglücksfälle verursacht.[3] — Das Abtrittgrubensystem von

---

1) Roth und Lex, Handbuch der Militärhygiene. I. S. 454.

2) Eulenberg, Handbuch der Gewerbehygiene. S. 203.

3) Bürkli, a. a. O. S. 12. — Siehe auch: Note du directeur des travaux de Paris etc., Artikel „vidange“ p. 57. 1879. — Die Beschreibung der Pariser Ab-

Schleh[1]), dessen Eigenthümlichkeit in Vorrichtungen zur Absorption der Grubengase (Schwefelwasserstoff und Ammoniak durch Eisenvitriollösung, Kohlenwasserstoffe und Fettsäuren durch conc. Schwefelsäure) besteht, hat seiner Complicirtheit wegen wenig Aussicht auf praktischen Erfolg.

B. Das Tonnensystem.

Die directe Einleitung der menschlichen Entleerungen aus den Abtrittröhren in bewegliche Behälter und die Abfuhr der letzteren ist bereits 1786 von Giraud und Geraud unter dem Namen der Fosses mobiles empfohlen und in Paris in ziemlich ausgedehnter Weise angewendet worden[2]), namentlich seit im Jahre 1867 den Hausbesitzern definitiv gestattet wurde, gegen Erlag von jährlich 30 frs. pro Fallrohr, die Abflusswässer aus den mit Trennungsvorrichtungen versehenen Tonnen (tinettes filtrantes) direct in die Strassensiele abzulassen, unter der Voraussetzung, dass das Haus an die städtische Wasserleitung angeschlossen sei. Man unterscheidet bewegliche Behälter (Tonnen, Kästen) ohne oder mit Trennung der festen und flüssigen Substanzen.

a. Kästen und Tonnen ohne Trennungsvorrichtungen.

Die allgemeinste Anforderung, welche vom sanitären Standpunkte aus an das Tonnensystem gestellt werden muss, ist die Reinhaltung der Luft in Haus und Hof und des Stadtgrundes. Die Detailforderungen lassen sich folgendermaassen formuliren:

1. Herstellung einer Latrinenkammer von angemessener Grösse mit undurchlässigem Boden;
2. Beschaffung von Tonnen entsprechender Grösse aus undurchlässigem Material;
3. genauer Anschluss der Tonne an das Fallrohr;
4. permanente Ventilation der Abtritte und des Fallrohrs;
5. regelmässige Abfuhr und Auswechslung der Tonnen;
6. hermetischer Verschluss beim Transport;
7. möglichste Vermeidung von Fäcaliendepots, und Vorsorge für rechtzeitige Abnahme des Tonneninhaltes durch Landwirthe.

---

trittgruben mit Separateurs findet man auch in einem Aufsatze von Grassi, Annales d'hygiène publique. 1858. p. 259.

1) Schleh, Fäcal-Reservoir mit Absorptionsvorrichtung und fester Entleerungsleitung. Auch beschrieben bei Wiehl und Gnehm, Handb. d. Hygiene. S. 497. 1880.

2) Schülke, Gesunde Wohnungen. S. 205. 1880.

Form, Grösse und Zahl der Tonnen. Die primitivste Form überirdisch angebrachter Behälter, wie sie z. B. in den Kasernen von Karlsruhe und Rastatt existiren[1]), entspricht den soeben angeführten Forderungen keineswegs. Die Excremente werden daselbst einfach in grossen, über dem Niveau der Erde gelegenen Reservoiren (von 3600 Liter Inhalt) aus Eisen oder Holz aufgefangen, die jeden Abend in sog. Kastenwagen entleert werden können. Zu diesem Zwecke befindet sich am vorderen Ende des Reservoirs, im Boden desselben, eine mit einem langen und starken Holzstöpsel verschliessbare Oeffnung, aus welcher die Excremente in den darunterstehenden Kastenwagen ausfliessen. Reservoir und Kastenwagen müssen natürlich ganz wasserdicht sein, und es muss sorgfältig darüber gewacht werden, dass das erstere nicht zu voll werde und überlaufe. Es ist deshalb beim Gebrauch dieser Verrichtungen eine strenge Aufsicht nothwendig, wie sie wohl in Kasernen, aber nicht in Privatgebäuden erreicht werden kann. Für letztere sind so grosse Reservoire schon aus dem Grunde nicht zu empfehlen, weil sie eine absolute Reinigung erschweren, und weil es zu lange dauern würde, bis sie gefüllt sind, so dass die Excremente ebenso gut Gelegenheit hätten die Luft ihrer Umgebung zu verpesten wie bei der Existenz von Abtrittgruben. Man hat deshalb für Privathäuser kleinere Fässer oder Tonnen eingerichtet, die nicht an Ort und Stelle umgeleert, sondern abgeführt und durch leere, gereinigte Tonnen ersetzt werden. Diese Tonnen sind entweder von Holz, innen verkohlt und getheert, oder von verzinntem Eisenblech.[2]) Sie besitzen oben im Deckel eine Oeffnung, in welche das aus eisernen oder glacirten Thonröhren hergestellte Fallrohr des Abtrittes genau hineinpasst; zur Sicherheit können die Fugen noch mit Lehm verstrichen werden.

Eine jedenfalls gute, wenn auch für kleinere Verhältnisse vielleicht zu complicirte Art einer luftdichten Verbindung der Tonne mit dem Fallrohr hat Vogt[3]) angegeben: Die Tonne steht auf einem Rollwagen, der durch eine besondere Vorrichtung, je nach Bedürfniss, um etwa 12 Ctm. gehoben und gesenkt werden kann. Die Tonne selbst hat einen schmalen Hals, der nur einige Ctm. weiter ist als das Fallrohr, und oben einen flachen Rand. Bei der Hebung der Tonne dringt das Fallrohr 3—4 Ctm. tief in den Hals der Tonne hinein und der flache Rand des Halses wird

1) Varrentrapp, Ueber Entwässerung der Städte. S. 32.

2) In Augsburg werden in neuerer Zeit Petroleumfässer verwendet (Verhandlungen und Arbeiten der Münchener Commission. III. S. 79); ebenso in Rochdale (Mitgau, Bericht über die in Berlin u. s. w. eingeführten Systeme der Städtereinigung. S. 38. 1880).

3) Vogt, Ueber Städtereinigung. S. 70. 1873.

an einen Kautschukring gepresst, welcher unten an einem eisernen Ring befestigt ist, der an dieser Stelle das Fallrohr umgibt.[1]) In Heidelberg wird die hermetische Verbindung der Tonnen mit dem Fallrohre durch ein Schieberrohr hergestellt.[2])

Man gibt den Tonnen meist die Form eines stehenden Cylinders, hat aber auch solche von Fassform. Ihre Grösse ist verschieden: sie beträgt in Paris 100—300 Liter, in Augsburg 150—300 Liter, in Graz 120—280 Liter; für Privathäuser werden gegenwärtig allgemein Tonnen von 105—110 Liter Cubikinhalt empfohlen (Heidelberg); dieselben sind grösseren Tonnen vorzuziehen, weil hierdurch die Ansammlung von Fäcalien in den Häusern beschränkt wird. — Die Tonnen können entweder zu ebener Erde oder in gemauerten Gruben, im Souterrain etc. aufgestellt werden; nicht selten wird man genöthigt sein frühere Abtrittgruben, Ehegräben u. s. w. als Latrinenkammern zu benutzen; in Heidelberg sind Tonnen auch in Hausgängen aufgestellt.

Ueber die Frage, ob jeder Abtritt jeder Etage seine eigene Tonne haben müsse, oder aber eine gemeinsame Tonne für alle übereinanderliegenden Abtritte aufgestellt werden solle, wurden verschiedene Ansichten geäussert. Die Berliner gemischte Deputation war der Ansicht, es müsste jede Wohnung ihre eigene Tonne besitzen; sie begründete diese Forderung hauptsächlich damit, dass in Folge des Ableitens der Excremente aus allen Etagen in eine einzige Tonne die Fallröhren selbst, an deren innerer Fläche ja natürlich immer Theile der Fäcalien haften bleiben, zu einer Quelle der Verpestung für die Luft des Hauses würden. Die Deputation gibt zu, dass durch zweckmässige Ventilation der Fallröhren dieser Uebelstand vermieden werden könne, fürchtet aber, es möchten bald Klagen über Verunreinigung der Strassenluft entstehen, wenn jedes Haus die übelriechenden Gase aus seinen Tonnen der freien Atmosphäre zuführen würde.[3]) Dieser Anschauung gegenüber hat in der Praxis die schon früher von Bürkli vertretene Aufstellung einer gemeinsamen Tonne für die Abtritte verschiedener Etagen den Sieg davongetragen. In der That wäre bei Aufstellung von Einzeltonnen das häufige Betreten der Wohnungen durch die mit Auswechslung und Abfuhr der Tonnen beschäftigten Arbeiter sehr lästig; ausserdem wäre unter diesen Umständen ein verspätetes Abholen der Tonnen vom grössten Nachtheil, weil sie dann in der Wohnung selbst

---

1) In England, wo die Abtritte gewöhnlich in besonderen Häuschen zu ebener Erde eingerichtet sind, gestalten sich die Verhältnisse viel einfacher als in unseren Continentalstädten, weil hierbei hohe Fallrohre überflüssig werden; meist fehlen sie ganz. Zustände, wie sie in Graz existiren, wo der aus vier Brettern zusammengefügte Abtrittschlauch durch einen hölzernen Trichter, den man in die Oeffnung im oberen Boden des Fasses gesteckt, mit dem letzteren verbunden wird, sind als sehr mangelhaft zu bezeichnen.

2) Lipowsky, a. a. O.

3) Virchow's Generalbericht. S. 86.

überlaufen würden; ferner müsste sich bei Vermehrung der Tonnen die Zahl der Bewohner, welche jede einzelne Tonne benutzen, entsprechend vermindern, wodurch die Füllungszeit verlängert und der Vortheil einer häufigeren Abfuhr verloren gehen würde. Endlich dürfte die Aufstellung der Tonnen in den Wohnungen selbst mit oft unüberwindlichen Schwierigkeiten in Beziehung auf Herstellung der nöthigen Räumlichkeiten verbunden sein und müsste das Auswechseln und Abholen so vieler Tonnen die Kosten der Abfuhr in hohem Maasse steigern.

Die Ventilation der Tonnen wird am zweckmässigsten in derselben Weise bewirkt wie die Ventilation der Abtrittgruben, d. h. durch Verlängerung des Fallrohres über das Dach hinaus, wobei aber darauf zu achten ist, dass das Rohr auch über dem Abtritt der obersten Etage sich nicht verengere, sondern in der nämlichen Weite nach oben sich fortsetze. Eine im oberen Ende der Rohres angebrachte Gasflamme muss die Luftströmung aus der Wohnung durch die Brillenlöcher ins Fallrohr und durch dasselbe hinauf in die freie Luft fortwährend unterhalten. Besondere Dunstrohre sind weniger zuverlässig, auch wenn sie, sei es nun in der von Vogt[1]) vorgeschlagenen oder in irgend einer anderen Weise, in innige Berührung mit den Rauchrohren der Kochherde gebracht werden; sie wirken nur so lange, als die Rauchrohre warm sind. Zum Schutze gegen conträre Windrichtungen kann das Fallrohr, wenn es in der genannten Art als Ventilationsrohr eingerichtet ist, mit dem „Ventilationshute“ Vogt's versehen werden, welcher, nach der Ansicht seines Erfinders, auch da noch mit Vortheil zur Ventilation der Latrinen benutzt werden kann, wo gar keine Wärmequelle zu diesem Zweck zu Gebote steht.[2]) Das Aufsteigen der Tonnengase in die Wohnungen kann auch dadurch verhindert werden, dass man im Fallrohr unmittelbar über der Tonne, einen siphonartigen Wasserverschluss anbringt, wie dies z. B. in Heidelberg geschehen ist. Dieser Luftabschluss wird namentlich dann gute Dienste leisten, wenn der Abtritt mit Wasserspülung versehen ist, so dass sich im Siphon nicht Kothmassen befinden, sondern Spülwasser.

Sehr wichtig ist die Organisation der Abfuhr und die Auswechslung der Tonnen. Es kann natürlicherweise keine Rede davon sein, dass die Tonnen durch einzelne Landwirthe oder sog. „Grubenräumer“ nach Belieben abgeholt werden, sondern die Auswechslung und Abfuhr der Tonnen muss durch grössere Unternehmer unter der Aufsicht der Behörde geschehen. Es ist sorgfältig

1) Vogt, Ueber Städtereinigung. S. 77.
2) Vogt, a. a. O. S. 78 u. flgde.

darüber zu wachen, dass die Tonnen nicht überlaufen[1]); auch sollte die Auswechslungsfrist nicht zu gross sein. In der Regel sollten die Tonnen wenigstens zweimal wöchentlich gewechselt werden; doch richtet sich der Abholungstermin nach der Zahl der eine Tonne benutzenden Individuen.

In Heidelberg wird durchschnittlich in einem Hause mit einer Bevölkerung von 15—20 Personen, unter der Annahme, dass solche täglich 30 Liter Excremente erzeugen, die Tonne an jedem dritten Tage abgeholt. In diesem Verhältniss bestimmt sich für alle Häuser der Umgang der Abfuhr. Für einzelne Häuser, welche Wasserklosets haben, findet eine öftere Abfuhr statt. Für jedes Haus, in dem Tonnen abgeholt werden, ist im Verzeichnisse des Aufsehers der Tag der Abfuhr genau eingetragen. — Bei der Auswechslung wird einfach die volle Tonne weggenommen, luftdicht zugeschlossen und durch eine andere, reine Tonne ersetzt. In Heidelberg befindet sich in jedem Tonnenraume ein Kästchen mit Asche; bei Auswechslung der Tonnen haben die Abfuhrleute in den Abschlussring der ausgewechselten Tonne Asche einzustreuen.

Da es nur in Ausnahmefällen und unter besonders günstigen Verhältnissen möglich sein wird, den Dünger sofort nach seiner Entfernung an Landwirthe zu verkaufen oder sonstwie zu verwerthen, so hängt mit der Abfuhr der Excremente durch Tonnen nothwendig die Einrichtung eines D e p o t zusammen, wo dieselben vor der Hand abgelagert werden können. Diese Reservoirs, deren Zahl und Grösse durch die Localverhältnisse bedingt wird, dürfen nicht in der Nähe menschlicher Wohnungen angelegt werden, da sie die Luft der Umgebung durch übelriechende Ausdünstungen in hohem Maasse verpesten.

In Paris wurden die Uebelstände, welche das innerhalb der Festungswerke gelegene Fäcaldepot von Montfaucon hervorrief, mit der Zeit so gross, dass dasselbe aufgegeben und in das Wäldchen von Bondy am Canal de l'Ourcq, ungefähr 7 Kilometer ausserhalb der Festungswerke, verlegt werden musste. An einer der Abfuhrstationen in Augsburg, die 3 verhältnissmässig kleine Fäcalbehälter von je nur 30 Cbm. enthält, macht sich aus den entleerten Tonnen ein ziemlicher Geruch geltend, obgleich das Gebäude mit Ventilationskaminen versehen ist.[2]) Wo möglich, sollten solche Reservoirs auch nicht auf der Westseite der Städte, unter dem herrschenden Winde, angelegt werden.

Unter allen Umständen befinden sich Städte mit geregelter Tonnenabfuhr der Fäcalien in nicht geringer Verlegenheit in Bezug auf

1) An den Tonnen in Heidelberg befinden sich sog. Ueberlaufröhrchen, und ist vor denselben ein metallenes Ueberlaufgefäss aufgestellt. Diese Vorrichtung soll hinreichenden Schutz gegen Verunreinigung des Tonnenraumes gewähren, falls durch Unachtsamkeit eine Ueberfüllung der Tonnen eintreten sollte.

2) Verhandlungen und Arbeiten der Münchener Commission. III. S. 80.

die Verwendung der abgeführten Excremente. Wie schon angeführt, ist namentlich in grösseren Städten auf eine regelmässige Abnahme von Seite der Landwirthe nicht zu rechnen, — die Zubereitung künstlichen Düngers in Poudrettefabriken rentirt sich, wie wir weiter unten sehen werden, nur äusserst selten, und die Aufbewahrung in den Depots hat auch ihre Grenzen. So kommt es denn schliesslich dazu, dass man die mit vielen Kosten, und namentlich im Hinblick auf die Interessen der Landwirthschaft sorgfältig gesammelten und abgeführten Excremente grösstentheils in den nächsten Wasserlauf ausschüttet, nur um sich ihrer zu entledigen. Dies geschieht z. B. factisch in Graz, dessen Tonneneinrichtungen so lange von gewissen Seiten als mustergiltig gepriesen wurden.[1]

Die mit einer auch nur halbwegs gut organisirten Tonnenabfuhr verbundenen Kosten sind ziemlich bedeutende.

Bürkli berechnet dieselben pro Kopf und Jahr, unter sehr niedrigen Annahmen, auf etwas mehr als 7 frs.[2] — Der Berliner Magistrat berechnete die jährliche Belastung des städtischen Budgets im Falle der Einführung des Tonnensystems im Jahre 1871 (für 750000 Einwohner) auf 1.767.460 Thaler, d. i. 7 Mark pro Kopf und Jahr.[3] Factisch stellte sich bei speciellen Nachforschungen, die in Berlin vorgenommen wurden, heraus, dass in keinem einzigen Hause für den Inhalt der Tonnen etwas bezahlt wird, oder auch nur, dass die Tonnen unentgeltlich abgeholt würden; die jährliche Ausgabe der betreffenden Häuser für Tonnenabfuhr schwankte zwischen 6 und 125 Thaler. — In Manchester stellen sich, unter Ausschluss der in den Häusern der Wohlhabenden befindlichen Wasserklosets, die Kosten der Abfuhr von Hausabfällen und Fäcalien auf mehr als 3 Mark pro Kopf und Jahr.[5] — In Graz betragen dieselben, bei der sehr mangelhaften Abfuhr, etwa 2 Mark.[6] — Auch in Heidelberg decken die Einnahmen des Tonnenvereins die Ausgaben noch nicht, trotz der Bemühungen Mittermaier's und trotz der günstigen Verhältnisse für sofortige und vollständige Abnahme der Fäcalstoffe durch ein Consortium von Landwirthen[7]; es wird sogar von manchen Seiten die Befürchtung ausgesprochen, der Preis des Düngers möchte bei Ausdehnung des Tonnensystems auf die ganze Stadt nicht unerheblich sinken. Wenn andererseits

1) Schauenstein, Die Abfuhr der Auswurfsstoffe und die Gesundheitsverhältnisse in Graz. Bericht, erstattet in der 48. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte in Graz. Deutsche Vierteljahrsschr. f. öffentl. Gesundheitspflege. VIII. S. 248.

2) Bürkli, a. a. O. S. 134.

3) Fortschritte der Kanalisation Berlins. Deutsche Vierteljahrsschr. f. öffentl. Gesundheitspflege. VI. S. 362.

4) Virchow, Generalbericht. S. 98 u. flgde.

5) Mitgau, a. a. O. S. 47.

6) Schauenstein, a. a. O. S. 252.

7) Verhandlungen und Arbeiten der Münchener Commission. III. S. 83.

die Abfuhreinrichtungen in den Kasernen von Karlsruhe und Rastatt einen Erlös von durchschnittlich 2—3 Mark pro Kopf und Jahr geben, so erklärt sich dies durch ausschliessliche Verhältnisse, die wohl für einzelne öffentliche Anstalten eintreten, aber schwerlich allgemeine Geltung für grössere Städte erlangen können. Dies geht schon daraus hervor, dass die Hausbesitzer in Karlsruhe für ihren Latrineninhalt nichts bezahlt bekommen.[1])

Es ist noch zu erwähnen, dass bis jetzt das Tonnensystem ohne Scheidung der Excremente in feste und flüssige Stoffe in keiner grösseren Stadt Deutschlands allgemeine Verbreitung erlangt hat: in Heidelberg, wo die Tonnenabfuhr in sehr vollkommener, so zu sagen typischer Weise ausgebildet ist, waren im Jahre 1877 von 1500 Häusern 180 mit Tonnen versehen; in Augsburg fanden sich zu jener Zeit in 973 von ca. 4000 Häusern Tonnen vor.[2]) In München scheiterte, wie bekannt, der Plan der partiellen Einführung des Tonnensystems, nachdem er durch die königl. Regierung bereits genehmigt war, an der Unmöglichkeit, die regelmässige Abnahme des Tonneninhaltes durch Landwirthe zu organisiren.[3])

In England gibt es allerdings grosse Städte, die ihre Fäcalien auf der Achse abführen. So z. B. besitzt Manchester, bei einer Bevölkerung von 368.000 Einw. und 70.570 Häusern, neben 10.000 Wasserklosets und und 1300 Abtrittgruben mehr als 55.000 Kübelabtritte; Rochdale, mit ca. 71.300 Einw. und 15.000 Häusern, hatte im Jahre 1879 gegen 9500 Kübelabtritte.[4]) Es wäre aber sehr fehlerhaft, aus diesen Zahlen Schlüsse auf die Zweckmässigkeit allgemeiner Einführung der Tonnenabfuhr machen zu wollen, denn die Abtritteinrichtungen in Manchester und Rochdale lassen sich mit dem in Heidelberg, Augsburg u.s.w. eingeführten Tonnensysteme durchaus nicht vergleichen. Bekanntlich erlaubt die Bauart englischer Städte und die Wohnungseinrichtung der Engländer die Herstellung der Abtritte in gesonderten Häuschen auf den Höfen, was wohl in deutschen Städten aus zahlreichen Gründen unthunlich wäre. Sodann sind die zur Aufnahme der Fäcalmassen bestimmten Behälter nicht Tonnen im eigentlichen Sinne des Wortes, sondern einfache Kübel, und die ganze Anlage entspricht überhaupt mehr dem Begriffe eines Klosets mit Desinfectionsvorrichtung, wie wir sie weiter unten kennen lernen werden, als demjenigen eines Tonnensystems. Endlich ist noch zu erwähnen, dass in beiden englischen Städten nur ein geringer Theil des Harns der Abfuhr in Kübeln unterliegt.

---

1) Varrentrapp, Entwässerung der Städte. S. 34.

2) Münchener Berichte. III. Beil. VI. — Gegenwärtig sind in Heidelberg 250 Tonneneinrichtungen vorhanden (Mittermaier, Das Tonnensystem als Mittel zur Reinhaltung des Bodens, der Luft und der Flüsse. Vierteljahrsschr. f. ger. Med. u. öff. Sanitätswesen. 1880. p. 108).

3) Münchener Berichte. IV. p. 133.

4) Mitgau, a. a. O. S. 37 u. flgde.

b. Tonnen mit Trennung der festen und flüssigen Stoffe; Verbindung der Tonnen mit Strassenkanälen.

Die Schwierigkeiten und die bedeutenden Kosten, mit denen die regelrechte Tonnenabfuhr der gesammten menschlichen Fäcalien in grösseren Städten verbunden wäre, hat fast überall, wo Tonnen existiren, den Wunsch hervorgerufen, den Harn, welchem man unrichtigerweise eine geringere sanitäre Bedeutung zuschrieb als den Kothmassen, von den letzteren zu trennen und den Strassensielen zuzuführen. Man hat zu diesem Zwecke zahlreiche Tonnenconstructionen in Vorschlag gebracht, ohne dass jedoch bis jetzt das Ziel erreicht worden wäre, welches sich das Tonnensystem in diesem Falle stellen muss: möglichst vollständige Trennung des flüssigen Unrathes vom festen und Zurückhalten aller derjenigen Bestandtheile des Harns, welche der Landwirthschaft nützlich, jedoch in gesundheitlicher Beziehung nicht indifferent sind. Wird aber dieses Princip aufgegeben, so ist selbstverständlich der Grundgedanke des Abfuhrsystems durchbrochen. — Wohl am meisten ist in Beziehung auf Tonnen mit Theilungsvorrichtungen in Paris experimentirt worden. Nach Bürkli ist daselbst am gebräuchlichsten die sog. „tinette filtrante“ mit dem Apparat Richer. Es ist dies eine aus galvanisirtem Eisenblech bestehende Tonne mit einer senkrecht stehenden, durchlöcherten Scheidewand. Der Koth wird zurückgehalten, der Harn dagegen fliesst durch eine am Boden befindliche Ausflussröhre ab, entweder in eine andere Tonne oder in den Strassenkanal. Diese Einrichtung hat den grossen Nachtheil, dass Flüssigkeiten und feste Massen erst getrennt werden, nachdem sie sich in der Tonne schon vermischt hatten, und dass immerhin ein ziemlich bedeutender Theil feinerer, suspendirter Stoffe mit der Flüssigkeit durch das Sieb hindurchgeht, da ja die Löcher desselben, um nicht einer raschen Verstopfung ausgesetzt zu sein, nicht all zu eng sein dürfen. Belicard und Chenaux haben eine Einrichtung angegeben, welche die eben genannten Uebelstände vermeiden soll.

Zur Trennung der Flüssigkeiten von den festen Stoffen schon vor ihrer Vereinigung in der Tonne wird hier die Eigenschaft der Flüssigkeit benutzt, an den Wandungen der Fallröhre herunterzufliessen, während die festen Stoffe mehr direct in die Tonne fallen. Unmittelbar über der letzteren befindet sich am Fallrohr eine Erweiterung; wenn die Flüssigkeit dieselbe erreicht hat, folgt sie den ausgebogenen Wandungen, wird dann von einer horizontal verlaufenden Röhre aufgenommen und durch dieselbe in eine besondere Tonne oder in den Strassenkanal abgeleitet, während die Fäces durch die senkrechte Fortsetzung der Fallröhre in die für sie

bestimmte Tonne gelangen. Schon aus der hier beschriebenen Construction ist ersichtlich, dass der Zweck der Trennung durch diese Einrichtung nur unvollkommen erreicht wird; grössere Wassermassen, der Inhalt von Nachttöpfen u. s. w., auf einmal ausgeleert, gelangen wohl vorzugsweise in die für Kothmassen bestimmte Tonne. — Wustandt[1]) hat eine Einrichtung für Trennung von Harn und Fäces angegeben, bei welcher der erstere an der vorderen Wand des Fallrohres herunterlaufen und sodann durch eine besondere Rinne nach dem für ihn bestimmten Behälter abfliessen soll; der Inhalt von Waschgeschirren, Nachttöpfen u. s. w. wird ebenfalls auf besonderen Wegen dem Behälter zugeleitet. Für einzelne Gebäude mag eine solche Einrichtung unter Umständen passend sein, aber es war wohl kaum die Absicht ihres Erfinders sie zu ausgedehnterer Anwendung in Städten zu empfehlen.

Man hat auch Diviseure verfertigt, die aus zwei concentrischen Cylindern bestehen, von denen der innere durchlöchert ist, nicht bis auf den Boden des äusseren reicht und von den Wänden desselben 4—5 Cm. absteht. Die festen Excremente bleiben im inneren Cylinder, der mit dem Fallrohr in directer Verbindung steht, zurück; die Flüssigkeit, die sich im unteren Raume des äusseren Cylinders ansammelt, kann entweder in das Strassensiel oder in ein besonderes, aus harten Steinen mit Cementmörtel gemauertes Reservoir abgelassen und aus demselben entweder mit Handpumpen oder auf pneumatischem Wege entfernt werden; wenn der innere Cylinder mit Excrementen angefüllt ist, wird er ausgewechselt.[2])

Nach der Angabe Varrentrapp's kommt es bei diesen Tonnensystemen mit Trennung der festen und flüssigen Excremente in der Praxis niemals vor, dass der abgetrennte Urin für sich allein aufbewahrt und nachher zur Verwendung in der Landwirthschaft abgeführt würde. Auch die Berliner gemischte Deputation ist zu der Ueberzeugung gelangt, dass man kein Tonnensystem vorfinden könne, bei dem aller Harn in Tonnen gesammelt und abgefahren werde, da die Kosten dafür unerhört sein würden; ein sehr beträchtlicher, ja wahrscheinlich weitaus der grösste Theil des Harns, werde unter allen Bedingungen in die Strassenkanäle gelangen.[3])

Systematisch ist der Abfluss des Harns aus den Tonnen organisirt in Zürich, wo das Tonnensystem für die Abfuhr der festen Excremente

1) Angeführt bei Roth u. Lex, a. a. O. I. S. 455.

2) Kaftan, Die systematische Reinigung u. Entwässerung der Städte. S. 50.

3) Vogt (a. a. O. S. 48) macht hiegegen darauf aufmerksam, dass in Mailand der Harn der öffentlichen Pissoirs seit 1869 durch eine Privatgesellschaft in Petroleumfässern gesammelt und den Landwirthen verkauft werde; in der Zeit, wo keine Nachfrage nach Urin sei, werden der Stickstoff und die Phosphate desselben niedergeschlagen und der Centner trockenen Niederschlags zu 20 frs. verkauft.

neben einem nach englischem Vorbilde angelegten Sielsystem besteht. Die Einrichtungen sind musterhaft: die Abtritte sind fast überall mit Wasserspülung und Klappenverschluss versehen; die von Eisenblech gemachte Tonne hat, behufs der Separation, im Innern eine durchlöcherte Scheidewand und unten eine Abflussröhre, welche mit dem Kanaleinlauf verbunden wird; um den Rücktritt der Gase aus den Kanälen abzuhalten, befindet sich zwischen Tonne und Kanaleinfluss ein Wasserverschluss (Siphon); die Gase aus der Tonne können nur durch das über's Dach hinausreichende Fallrohr entweichen; die Tonne ist mit dem Fallrohr durch einen leicht löslichen, aber hermetischen Verschluss verbunden.[1])

Die schwache Seite der soeben geschilderten und aller ähnlichen Systeme, wie gut auch ihre Einrichtung und wie glatt auch ihr Betrieb immer sein möge, liegt offenbar darin, dass hier das quantitative Verhältniss des in den Tonnen zurückgehaltenen Kothes zu den in Schwemmkanälen abgeführten flüssigen Excrementen und Abwässern, sowie auch die sanitäre Bedeutung der letzteren, nicht richtig gewürdigt werden: die Nothwendigkeit einer Drainage des Stadtgrundes und einer regelmässigen Ableitung aller Schmutzwässer wird anerkannt und ein diesen Zwecken entsprechendes Sielsystem hergestellt; man sieht auch die Unmöglichkeit ein, unter grösseren Verhältnissen den Urin in Tonnen zurückzuhalten und abzuführen, und lässt ihn desshalb den Strassensielen zufliessen; man steht endlich nicht an, die Schmutzwässer mit dem Urin dem Flusse zuzuführen, aber man fürchtet, die Verunreinigung des Wasserlaufes durch den Koth allzusehr zu steigern und führt desshalb den letzteren nicht ohne erhebliche Kosten für Einrichtung und Betrieb dieses Doppelsystems in Tonnen ab.

Wir werden weiter unten, bei Besprechung des Schwemmkanalsystems, noch näher auf diesen Gegenstand einzugehen haben; hier wollen wir nur erwähnen, dass der soeben angedeutete und, wie es scheint, gegenwärtig allgemein anerkannte Missstand zu vielfachen Versuchen geführt hat, den aus den Tonnen in die Siele abfliessenden Urin seiner offensiven Bestandtheile zu berauben und die letzteren, die ja wesentlich aus stickstoffhaltigen Substanzen bestehen, für die Landwirthschaft zu gewinnen. Leider sind diese Bemühungen bis jetzt ohne durchschlagenden Erfolg geblieben[2]), und es ist desshalb vollkommen begreiflich, dass Städte,

---

1) Wiel u. Gnehm, Handbuch der Hygiene. S. 499.

2) Hierher gehören z. B. die Verfahren von Mosselmann, Petri und eine Menge anderer Methoden, deren wir theilweise im Abschnitte über Klosets mit Desinfection, theilweise bei Besprechung der Poudrettefabrikation erwähnen werden. Das Torfgrus, mit dessen Hilfe man nach dem Vorschlage Liebig's den Harn seines Stickstoffgehaltes auf billige Weise berauben zu können hoffte, hat sich hierzu als untauglich erwiesen (s. Kerner bei Varrentrapp, Entwässerung der Städte. S. 199 u. flgde.).

wie Paris und Zürich, nach und nach zur Anwendung ihrer Schmutzwässer für die Berieselung übergehen; es ist auch zu erwarten, dass diesem ersten Schritt der zweite folgen werde — die Beseitigung der Tonnen und die Einleitung der gesammten Fäcalmassen in die Siele.

C. *Das Separatsystem.*

Unter der Bezeichnung „Separate system of sewage“ versteht man gewöhnlich in England eine Einrichtung, bei welcher das Regenwasser von den Strassensielen abgehalten wird und den letzteren nur die Fäcalien und Schmutzwässer zulaufen. Man hält es unter diesen Umständen für möglich, das in besonderen Rinnen und Kanälen abfliessende, verhältnissmässig wenig verunreinigte Regenwasser direct in die Flüsse ablaufen zu lassen, während das Kloakenwasser zur Berieselung von Land verwendet wird.[1]) Triebfeder für die Entstehung dieses Systems war die Ueberlegung, dass man hierbei weit geringere Mengen von Kloakenflüssigkeit aus den Städten zu entfernen und für weit unbedeutendere Rieselflächen zu sorgen haben werde. — Aber man ist später in der Trennung noch weiter gegangen und hat ein Separatsystem construirt, bei welchem, ausser dem Regenwasser, von den Strassensielen auch die menschlichen Excremente abgehalten, in Tonnen aufgefangen und durch Abfuhr entfernt werden.

In England ist dieses letztere Separatsystem vorzüglich von dem Birminghamer „Sewage Enquiry Comitee“ empfohlen worden, und zwar fast ausschliesslich mit Rücksicht auf die hierbei zu erzielende Verminderung der Kosten für Ankauf von Land zur Berieselung.[2]) Das Comité schlägt vor: 1. allmähliche Abschaffung der Abtrittgruben, Einführung eines neuen Abtrittsystems, basirt auf dem Princip des Ausschlusses der Excremente von den Kanälen, und wöchentliche Abfuhr der in Tonnen gesammelten Excremente; 2. Sammlung und Abfuhr der Rückstände und Abfälle von Schlachthäusern, Viehmärkten, Pissoirs und Ställen; 3. Ausschluss der Fabrikabwässer von den Kanälen, insofern diese Abwässer nicht von ihren für die Berieselung nachtheiligen Beimischungen befreit sind; 4. Trennung des Regenwassers vom Kanalwasser und Ablassen des ersteren direct in den Fluss; 5. Ankauf von Land zur Berieselung mit dem Kanalwasser.

Auf dem Continente ist dieses Separatsystem hauptsächlich von Vogt[3]) vertheidigt worden, der es als „Abirrung der Technik“ bezeichnet, die so inconstanten Mengen von sanitär inoffensivem Regenwasser gleich behandeln zu wollen, wie die städtischen Gebrauchswässer, deren Menge,

---

1) Parkes, A Manual of practical Hygiene. 4. Aufl. p. 360.

2) Lefeldt, Der gegenwärtige Stand der Abfuhr- und Kanalisationsfrage in Grossbritannien. S. 78 u. flgde.

3) Vogt, Ueber Städtereinigung.

entsprechend dem zugeleiteten Quellwasser, nur zwischen verhältnissmässig engen Grenzen schwanke. Ausserdem schreibt Vogt der Ansammlung der Excremente in Tonnen einen grossen nationalöconomischen Vorzug vor der Schwemmkanalisation mit Berieselung zu, indem sie dem kleinen Landwirthe den Gebrauch des städtischen Düngers ermögliche, während der Inhalt der Schwemmkanäle ausschliesslich Speculanten in die Hände falle. Sein Ideal der Städtereinigung fasst Vogt in folgenden Sätzen zusammen:

1. Tiefgehende Drainirung des Baugrundes;
2. Oberirdische Ableitung der atmosphärischen Niederschläge;
3. Unterirdische Ableitung von allem öffentlichen und privaten Gebrauchswasser durch ein isolirtes, enges Kanalnetz;
4. Abfuhr der unvermischten Excrementalstoffe und deren Zerstörung durch landwirthschaftliche Verwendung;
5. Entfernung aller schädlichen Gase und unangenehmen Gerüche durch rationelle Ventilation der Entstehungsherde.

Vogt betont die Billigkeit der Herstellung eines solchen Systems im Vergleiche mit der Schwemmkanalisation. Durch Berechnungen, die übrigens auf theilweise willkürlichen und nicht zutreffenden Annahmen beruhen, kommt er zu dem Schlusse, dass bei gesonderter Ableitung des Regenwassers der Durchmesser der zur Ableitung der Schmutzwässer bestimmten Siele $8\frac{2}{5}$ mal, der Querschnitt 71 mal kleiner sein könne als bei Schwemmkanälen mit Aufnahme des Regenwassers; dementsprechend sollte beim „getrennten System" die Herstellung des laufenden Meter Strassenkanal 23 mal billiger zu stehen kommen als beim Schwemmsystem.

Es ist hier nicht der Ort auf eine specielle Kritik dieser Vorschläge einzugehen; aber um wenigstens Anhaltspunkte zu einer objectiven Beurtheilung derselben zu geben, wollen wir erwähnen, dass Vogt bei der Berechnung des Querschnittes der Schwemmkanäle die Nothwendigkeit der Abfuhr einer Wassermenge annimmt, welche einer Regenhöhe von 42 Mm. per Stunde entspricht, während z. B. bei der Anlage der Berliner Schwemmkanäle als Maximum eine Regenhöhe von 23 Mm. per Stunde gedacht und angenommen ist, dass nur ein Drittel dieser Menge gleichzeitig abgeführt werden müsse, so dass sich ein factischer Abfluss von nur 7.7 Mm. ergibt, wobei ausserdem noch zu berücksichtigen ist, dass die Kanäle von weitaus dem grössten Theile dieses Wassers sehr rasch wieder durch Nothauslässe entlastet werden und der Entfernung durch die Siele selbst nur eine Menge unterliegt, die einer Regenhöhe von etwa 1 Mm. in der Stunde entsprechen würde.[1]) Ferner wird von Vogt unberücksichtigt gelassen, dass es in den meisten Städten Strassen gibt, deren Terrainverhältnisse eine oberirdische Entwässerung unmöglich machen, so dass auch das Regenwasser, wenn es nicht in den Bo-

1) Bericht der Münchener Commission. Beil. VII zum III. Bericht. S. 39.

den versinken soll, durch Kanäle von entsprechendem Querschnitt abgeführt werden muss, ein Umstand, der die ganze Kostenberechnung Vogt's illusorisch macht; dazu kommt noch, dass auch die durch Einrichtung und Betrieb der Fäcalienabfuhr verursachten Kosten nicht in Rechnung gebracht werden.

Das Separatsystem kann demnach nur unter ganz bestimmten Localverhältnissen in Frage kommen; ein allgemein zu empfehlendes Städtereinigungssystem ist es nicht.

Hierher scheint man auch das Breyer'sche Gashochdrucksystem rechnen zu müssen[1]), das von seinem Erfinder sehr kühn als ein neues Städtereinigungssystem empfohlen wird, das „den Anforderungen an die Beseitigung der Unrath- und Abfallstoffe in Städten in Bezug auf Annehmlichkeit und sanitäre Bedingungen gewiss weit besser werde entsprechen können wie alle bisher gehandhabten Systeme". Der Grundgedanke besteht in der durch einen ziemlich complicirten Mechanismus und unter dem Druck mehrerer Atmosphären zu bewerkstelligenden Trennung der suspendirten Theile der Städtejauche von den flüssigen vor dem Eintritt der Unrathsmassen in die Strassensiele, wobei die festen Stoffe in Poudretteziegel verwandelt werden, die Flüssigkeit aber, nachdem sie vorher durch überhitzten Wasserdampf desinficirt worden, in die von Breyer vorausgesetzten Kanäle abfliesst. Dieser Vorschlag verdankt seine Entstehung vermuthlich dem Wunsche, die in schlecht gebauten Sielen oft starke und sehr lästige Sedimentirung zu vermeiden; in Verbindung mit regelrecht hergestellten Schwemmkanälen, in denen die Sedimentirung sehr gering ist, würde das Verfahren Breyer's eine ganz unnöthige Complication darstellen.

D. Das pneumatische System Liernur's (Differenzirsystem).

Es ist schwierig, eine zutreffende Beschreibung dieses Systems zu geben, erstens, weil es nirgends in allen seinen Theilen zur Ausführung gekommen ist und zweitens, weil auch derjenige Theil desselben, um den es sich hier wesentlich handelt, seit den ersten damit angestellten Proben von dem Erfinder fortwährenden Modificationen unterzogen worden ist. Die ersten Beschreibungen desselben in deutscher Sprache rühren von Laurin[2]), Volger[3]) und Glöckner[4]) her; doch wird von Liernur nur die letztere als im Allgemeinen richtig anerkannt. Der Erfinder selbst setzt die leitenden Principien seines Gesammtsystems in einer Weise auseinander, welche erkennen lässt, dass er von der Nothwendigkeit einer

1) Breyer, Die Beseitigung der Abfallstoffe durch das Gas-Hochdruck-System. Wien 1881.

2) Laurin, Das Liernur'sche System. Prag 1869.

3) Volger, Die Schwemmsielfrage angesichts des Liernur'schen Abfuhrverfahrens mit Saugsielen. 1869.

4) Glöckner, Die wirkliche Bedeutung der Versuche zur Einführung der pneumatischen Kanalisation zu Prag. 1869.

geregelten Städtereinigung nach den oben dargelegten Grundsätzen überzeugt ist und die einschlägigen Forderungen der Gesundheitslehre anerkennt. Er verlangt Reinhaltung des Bodens und der Wasserläufe von städtischem Unrath, rechtzeitige Entfernung des letzteren, mit Verwendung für die Landwirthschaft, und Drainage des Städtegrundes. Sein System besteht theoretisch aus folgenden vier separaten Vorrichtungen[1]:

1. Siel- oder Kanalanlagen, womöglich radial bezüglich des städtischen Weichbildes angelegt, ausschliesslich für Haus- und Regenwasser, nachdem dasselbe mittelst verbesserter Schlammkasten möglichst von Strassen- und Hauskehricht gereinigt ist;

2. Anlage einer separaten Röhrenleitung zur Entfernung aller Fäcalstoffe, incl. derjenigen der öffentlichen Pissoirs und Aborte, durch Luftdruck (erzeugt mittelst stationärer Dampfmaschine) als Bewegkraft, und ferner versehen mit allen nöthigen Apparaten, besagte Stoffe entweder in flüssigem, aber möglichst unverdünntem Zustande transportfähig, oder in Form einer daraus verfertigten Poudrette verwendbar zur landwirthschaftlichen Verwerthung zu erhalten. Um die Einführung zu erleichtern, werden während des Baues, resp. im Anfang des Betriebes, locomobile Luftpumpen und Tenderwagen benutzt; nach Vollendung fallen die mit Pferden zu transportirenden Apparate aber alle weg;

3. Anlage von Controleinrichtungen bezüglich der Reinigung von Effluvien aus Fabriken und Gewerben, wofür deren Producenten haftbar gemacht werden (nur das Wasser darf in die städtischen Kanäle abfliessen);

4. Separatanlage zur Regulirung des Grundwassers.

Durch die Ausführung eines solchen Programms könnte nun allerdings den Forderungen des Städtereinigungsproblems vom sanitären Standpunkt aus Genüge geleistet werden, obgleich man, der Complicirtheit der vorgeschlagenen Einrichtungen halber, wohl nicht mit Unrecht an der practischen Ausführbarkeit derselben zweifeln kann. In der That ist denn auch bis jetzt nur ein Theil dieses Systems, und zwar in bescheidenem Maassstabe, zur Durchführung gelangt, nämlich die Entfernung der Fäcalien auf pneumatischem Wege, die eine Modification des Abfuhrverfahrens darstellt. Von dieser Einrichtung wird desshalb im Folgenden ausschliesslich die Rede sein.[2])

---

1) Liernur, Die pneumatische Kanalisation in der Praxis. S. 9. 1873. — Siehe auch: Liernur, Ueber die Kanalisation von Städten auf getrenntem Wege. S. 9. 1876.

2) Auch Liernur, obgleich er sich oft darüber beklagt, dass seine Gegner immer nur die pneumatischen Vorrichtungen zur Entfernung der Fäcalien im Auge haben, während er ja ein System vorschlage, das aus verschiedenen Methoden für die Abfuhr der verschiedenen Arten von Unreinigkeiten bestehe, welche in einer Stadt producirt werden, erwähnt aller übrigen Theile seines Systems, mit Ausnahme der pneumatischen Abfuhr der Fäcalien, immer nur nebenbei. Am ausführlichsten stellte er dieselben dar in seinem Vortrag auf der 51. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte in Cassel, 1878. — Siehe auch: Liernur, Ueber die Kanalisation von Städten auf getrenntem Wege. S. 45 u. flgde. 1876. — Ferner: Bericht d. Münchener Commiss. Beil. VII zum III. Bericht. S. 12 u. 17.

Das Princip der pneumatischen Abfuhr nach Liernur besteht darin, mittelst Herstellung eines luftverdünnten Raumes die Fäcalien aus den Abtritten eines grösseren Häusercomplexes durch ein luftdichtes, eisernes Röhrennetz rasch und ohne Belästigung für die Bewohner zu entfernen, wobei selbstverständlich jede Berührung der Fäcalmassen mit dem Boden ausgeschlossen ist. Die hierbei in Anwendung kommenden Apparate sind folgende:

1. Die Abtritteinrichtungen, die Ableitungsröhren und Reservoire;
2. Die bewegliche Luftpumpe und der Tender, die übrigens nach dem Plane Liernur's bei grösserer Ausdehnung der pneumatischen Anlage in Wegfall kommen und einer Centralstation Platz machen sollen;
3. Die zum Umfüllen der Fäcalmassen in Fässer erforderlichen Einrichtungen.

Jeder Abtritt enthält einen, aus gebranntem, glasirtem Thone hergestellten Sitztrichter, der zunächst die Excremente im Momente der Defäcation aufnimmt. Derselbe ist etwa 70 Cm. lang und nach unten hin konisch verengt; in seinem oberen Theil ist ein anderer, kürzerer Trichter von emaillirtem Gusseisen eingehängt, der die oberen Partien des Thontrichters vor Verunreinigung durch die Excremente schützt und leicht gereinigt werden kann. Der untere Theil des Thontrichters geht in eine Röhre über, die sofort unterhalb des Trichters siphonartig gebogen ist, wobei durch die zungenartig in den Siphon hinabragende Trichterwand ein Flüssigkeitsverschluss (Kothverschluss) hergestellt wird. Vermittelst des vom Trichter abgehenden gusseisernen Nebenrohrs steht der erstere mit dem Hauptrohre und dem Strassenreservoire in Verbindung. Zwischen dem Hauptrohre und der Nebenröhre ist ein zweiter Siphon angebracht; ausserdem hat Liernur, bei der Einführung seiner pneumatischen Vorrichtungen in einigen Strassen Amsterdams und Leidens, in den Nebenrohren noch besondere Ventile angebracht — in Amsterdam die sog. Kugelventile oder Ballklappen, in Leiden die Trägheitsklappen —, die übrigens bei neueren Anlagen wieder aufgegeben wurden. Die guss- oder schmiedeeisernen Strassenreservoire befinden sich unter dem Pflaster, womöglich an Strassenkreuzungen, so dass alle zunächst gelegenen Häuser von einem gemeinschaftlichen Reservoir aus gereinigt werden können.

Die pneumatische Entleerung selbst geschieht folgendermaassen. Zunächst werden die Mündungen der Hauptrohre ins Strassenreservoir mit Hähnen, die von der Strasse aus zugängig sind, hermetisch verschlossen, sodann die locomobile Luftpumpe mit dem Reservoir

in Verbindung gebracht und dasselbe luftleer gepumpt (ungefähr auf 3/4 Vacuum); hierauf werden die Hähne geöffnet, und es strömen nun, unter dem Drucke der aus den Röhren und dem Abtritte nachdringenden Luft, die in den Haupt- und Zweigröhren angesammelten Fäcalmassen dem Reservoire zu. Genügt ein einmaliges Auspumpen der Luft aus dem Reservoire nicht, um alle Röhren zu entleeren, so wird die Operation ein- oder mehreremale wiederholt. Bei der Entleerung sinkt natürlich, unter dem Drucke der äusseren Luft, das Niveau der den Kothverschluss bildenden Excrementenmasse im Siphon unterhalb des Abtritttrichters; doch soll sich nach Liernur dieser Siphon immer nur so weit entleeren, dass, nachdem die Fäcalmasse ihre Schwankungen, in die sie durch die Aspiration versetzt wurde, beendet hat, ihre Oberfläche immer noch bis an die Zunge hinanreicht und so der hydraulische Verschluss hergestellt bleibt. Dasselbe soll auch an dem zwischen Haupt- und Zweigrohr angebrachten Siphon stattfinden, so dass ein Rückströmen der Luft aus den Röhren nicht zu Stande kommt; auch die bei neueren Anlagen aufgegebenen Ball- und Trägheitsklappen hatten den Zweck durch möglichst dichten Verschluss den Rücktritt der Gase aus den Röhren in die Abtritte zu verhindern.

Ist das Strassenreservoir hinreichend gefüllt, was am Stande eines Schwimmers zu erkennen ist, so wird nun mittelst der Luftpumpe auch der Tender, ein auf Rädern beweglicher, von Kesselblech construirter Behälter, luftleer gepumpt. Hat die Luft in demselben den nöthigen Grad von Verdünnung erlangt, was durch ein ausserhalb angebrachtes Manometer angezeigt wird, so wird der Tender vermittelst eines Schlauches mit dem Reservoir in Verbindung gebracht und sodann durch die Wirkung des Luftdrucks mit den Fäcalmassen gefüllt. Die ganze Procedur geht ziemlich rasch vor sich: In Gegenwart der Münchener Commission wurde in Leiden die Entleerung eines ganzen Quartiers von 170 Häusern in 2 1/2 Stunden bewerkstelligt.[1]) Der Tender wird hierauf nach dem Umfüllungsraume abgeführt und auf pneumatischem Wege in einen grossen Behälter von Kesselblech entleert; aus letzterem werden dann die Fäcalien direct in die zum Weitertransport dienenden hölzernen Fässer (oft werden hierzu Petroleumfässer benutzt) abgelassen, wobei durch eine besondere Vorrichtung die während der Umfüllung entweichenden, übelriechenden Gase wieder in den grossen Behälter zurückgeführt oder unter den Rost des Dampfkessels geleitet und verbrannt

1) Bericht der Münchener Commission u. s. w. Beilage VII zum III. Bericht. S. 15.

werden, ohne mit der Luft in Berührung gekommen zu sein. Ist eine centrale Pumpstation vorhanden, so wird deren Reservoir direct durch Magistralröhren mit den Strassenreservoiren verbunden und von der Centralstation aus das Vacuum in den letzteren erzeugt, so dass die bewegliche Dampfmaschine und Luftpumpe mit dem Tender in Wegfall kommen, wodurch selbstverständlich der Vorgang des Entleerens der Abtritte und Strassenreservoire wesentlich vereinfacht wird. Die Entleerung wird, je nach Bedürfniss, täglich oder auch nur 2—4 mal in der Woche vorgenommen.

Seit den ersten Versuchen, die mit der pneumatischen Entfernung der Fäcalien nach Liernur in Prag (1869) und in Hanau (1871) vorgenommen wurden, bis zur gegenwärtigen Zeit, hat die Erfindung Liernur's von Seite all der Commissionen, die von zahlreichen Städten zur Besichtigung und Begutachtung derselben abgesendet wurden, eine sehr verschiedene Beurtheilung erfahren. Im Allgemeinen war die Kritik, sowohl der Aerzte als auch der Techniker, den Bestrebungen Liernur's ungünstig; die Vorwürfe galten namentlich der unästhetischen Einrichtung des Abtritttrichters mit dem Kothverschluss, in Folge dessen es unmöglich sei die Abtritte geruchlos zu halten; ferner den Betriebsstörungen, die in Folge von Röhrenverstopfung, mangelhafter Wirkung des Vacuums u. s. w. eintreten müssten; den Verlegenheiten, die nothwendigerweise in Bezug auf regelmässigen Absatz der Fäcalien eintreten würden, und schliesslich — den hohen Kosten, die mit einer Durchführung des Liernur'schen Systems in seiner Gesammtheit verbunden wären.

Man muss gestehen, dass die Einwände, welche zu verschiedenen Zeiten der pneumatischen Abfuhr der Excremente nach Liernur von technischer und ärztlicher Seite gemacht wurden, nicht immer ganz objectiv gehalten waren, und dass oft Unvollkommenheiten in der Ausführung dem Systeme zur Last gelegt wurden. Dies geht schon daraus hervor, dass es Liernur im Laufe der Zeit gelungen ist nicht wenige dieser Einwürfe durch an und für sich unbedeutende Modificationen in der Anlage seines pneumatischen Röhrennetzes und der damit zusammenhängenden Apparate zu entkräften, so dass sich gegenwärtig die technischen und ärztlichen Begutachter mit weit grösserer Befriedigung über die in Amsterdam, Leiden und Dordrecht ausgeführten Liernur-Anlagen äussern, als dies früher der Fall war.[1])

---

1) In Bezug auf die Kritik der Liernur-Anlagen sehe man beispielsweise folgende Gutachten: Hobrecht, Das Liernur'sche System und seine Anwendung in Prag. Deutsch. Vierteljahrsschr. f. öffentl. Gesundheitspfl. I. S. 522. 1869. — Urtheile über Versuche mit dem sog. Liernur'schen System in Hanau. Dtsch. Vierteljahrsschr. f. öffentl. Gesundheitspfl. III. S. 312. 1871. — Knauff u. Esser, Bericht über die zu Amsterdam und Leiden angestellten Versuche mit dem Liernur'schen System. Daselbst IV. S. 316. 1872. — Reuss, Ueber die versuchsweise Einführung des Liernur'schen Systems zur Entfernung der Fäcalstoffe. Med. Correspondenzbl. d. würtemb. ärztl. Vereins. No. 2—5. 1872. — Actenstücke

Die Geruchlosigkeit der Abtritte wird durch ein Ventilationsrohr angestrebt, welches, im Trichter unterhalb des Sitzbrettes beginnend, längs eines Schornsteins oder einer anderen Wärmequelle hingeführt und ausserdem mit einem Wolpert'schen Kaminaufsatz versehen sein soll. Ausserdem gestattet Liernur, wenn auch nur mit Widerstreben, eine Wasserspülung seiner Abtritte, d. h. den Ersatz des Kothverschlusses unterhalb des Trichters durch einen Wasserverschluss, wobei aber pro Tag und Kopf nicht mehr als 1 Liter Wasser verbraucht werden soll, weil sonst die Fäcalien allzu sehr verdünnt und an Werth verlieren würden. Doch sind eigentliche Wasserklosets selten; so sollen z. B. in Amsterdam nur zwei vorkommen[1]); dagegen wird sonst viel Wasser in die Abtritte geschüttet, was nöthig sein soll, um das Papier und etwa an den Trichterwänden hängen bleibende Fäces zu entfernen. Unter diesen Umständen können übrigens, nach den neuesten Berichten der Münchener und Braunschweiger Commissionen, die Abtritte rein und geruchlos gehalten werden.

Die pneumatische Entleerung selbst hat zu manchen Einwänden gegen das System Veranlassung gegeben, die allerdings theils theoretischer Natur waren, theils jedoch der Begründung durch gemachte Erfahrungen nicht entbehrten. Koch und Reuleaux[2]) äusserten die Ansicht, dass das durch die Luftpumpe bewirkte Vacuum in den Strassenreservoiren für die Entleerung langer Rohrleitungen zu schwach sei, dass ferner an eine sichere Räumung aller Seitenröhren und Abtritte nicht zu denken sei, weil die durch die Abtrittsöffnungen nachströmende Luft sich stets die bequemsten, also die am wenigsten geschlossenen Zugänge suchen und die stärker gefüllten vermeiden werde, weshalb eine unvollständige Entleerung der letzteren zu erwarten sei. Dieser Einwand ist factisch widerlegt durch die unter normalen Verhältnissen regelmässig wirkenden Anlagen von Amsterdam, Leiden und Dordrecht: in Amsterdam sind die Centralrohre von den Strassen zum Hauptreservoir ca. 750 Meter lang, die Hausleitungrohre im Maximum 210 Meter; in Dordrecht beträgt die grösste Länge des Centralrohres ca. 500 Meter, die grösste Länge der Hausröhren 150—200 Meter.[3]) — Das während der Versuche in Hanau beobachtete Rückströmen der Gase[4]) während der Entleerung der Haus-

---

über die Entwässerung Berlins. Deutsch. Vierteljahrsschr. f. öffentl. Gesundheitspflege. IV. S. 462 u. flgde. 1872. — Schröder u. Lorent, Bericht über die von Capit. Liernur in Amsterdam ausgeführten Einrichtungen zur Entfernung der Fäcalstoffe. Daselbst IV. S. 486. 1872. — Rawlinson, Reisebericht. 1876 (Report... of treating town Sewage). Angeführt im II. Bericht der Münchener Commission. — Varrentrapp, Das Liernur'sche System und seine neueren officiellen Beurtheiler. Deutsch. Vierteljahrsschr. f. öffentl. Gesundheitspfl. IX. S. 593. 1877. — Bericht der Münchener Commission u. s. w. Beilage VII zum III. Bericht. S. 6 u. flgde. 1878. — Mitgau, a. a. O. S. 20. 1880.

1) Münchener Bericht a. a. O. S. 10.

2) Koch u. Reuleaux, Virchow's Generalbericht. S. 92. Auch Deutsche Vierteljahrsschr. f. öffentl. Gesundheitspfl. IV. S. 462 u. flgde.

3) Münchener Bericht. S. 11 und 16.

4) Siehe hierüber: Deutsch. Vierteljahrsschr. f. öff. Gesundheitspfl. III. S. 315; ferner: Liernur, Die pneumatische Kanalisation in der Praxis. S. 91.

röhren, das üblen Geruch im Abtritte verursachte, ist seither, soviel uns bekannt, nicht wieder gerügt worden. — Die häufigste Ursache von Störungen während der Entleerung sind unstreitig Verstopfungen der Abtritte und Zweigröhren: ausser fremden Gegenständen, die von den Hausbewohnern in die Abtritte geworfen werden (Knochen, Glasscherben, Tuchfetzen, Besen u. dgl.), geben auch die Ballklappen da, wo sie noch existiren, zuweilen zu Verstopfungen Veranlassung; durch Fäcalien allein sollen letztere niemals hervorgerufen werden. Diese Verstopfungen sind desshalb sehr unangenehm, weil, wenn sie nicht sofort bemerkt und gehoben werden, ein Ueberlaufen der Fäcalmassen im Abtritte stattfinden kann. Sie kommen in Amsterdam täglich vor, werden aber meist sofort beseitigt, was sehr rasch geht, aber gewöhnlich einen ziemlich starken üblen Geruch verursacht. Man sucht die Verstopfungen in den Röhren in erster Linie dadurch zu heben, dass man alle Hausleitungen, mit Ausnahme der verstopften, vom Reservoir abschliesst, damit das Vacuum auf die verstopfte Leitung allein wirke.[1]) Nach dem officiellen Bericht über den Zustand der Gemeinde Amsterdam im Jahre 1877, kamen daselbst Verstopfungen in Abtritten und Zweigröhren 198 mal vor, und zwar hauptsächlich in Folge eines verkehrten Gebrauches dieser Einrichtungen durch die Hausbewohner; in den Netzen, in welchen Ballklappen angebracht waren, blieben die Bälle 693 mal stecken; Verstopfung einer Hauptröhre kam einmal vor.[2]) Von Dordrecht wird ebenfalls berichtet, dass Störungen im Betriebe durch Verstopfungen, die durch Hineinwerfen allerlei Zeug in die Abtritte bewirkt werden, nicht selten vorkommen und zuweilen arge Missstände veranlassen, namentlich wenn drei und mehr Hausröhren in eine Zweigleitung auslaufen; oft werden Ausgrabungen in Häusern und Höfen nothwendig. Bei neuen Anlagen wird dieser Uebelstand dadurch vermieden, dass jedes Haus seine eigene Leitung mit Mündung in die Hauptröhre bekommt.[3])

Eine sehr schwache Seite der Liernur'schen Anlage, die sie übrigens mit allen Abfuhrsystemen gemein hat, ist die factische Verlegenheit, in welche man schon jetzt in Amsterdam, Leiden und Dordrecht in Bezug auf die Verwendung der abgeführten Fäcalmassen geräth, obgleich ja nur einzelne Theile dieser Städte mit dem pneumatischen Systeme versehen sind. Dieser Umstand ist um so bedeutsamer, als Liernur von vornherein, bei Empfehlung seiner Erfindung, grosses Gewicht auf die Möglichkeit legte, die Abnahme des frischen, unzersetzten Düngers durch die Landwirthe in grossem Maassstabe leicht organisiren zu können, wodurch den Städten eine erhebliche Einnahme erwachse, die nicht nur die Ausgabe für Herstellung und Betrieb der pneumatischen Vorrichtungen decken, sondern auch noch einen nicht unbedeutenden Reingewinn geben werde. In der That ist nach allen hierüber vorliegenden Angaben der Absatz des Liernur'schen Düngers ein sehr mangelhafter; der letztere

1) Münchener Bericht. S. 12.

2) Daselbst S. 8.

3) Van der Kloes, Bericht über den Stand der Fäcalienfrage und der Stadtreinigung in der Gemeinde Dordrecht für das Jahr 1878. Angeführt im Münchener Bericht. S. 30.

ist in Amsterdam sogar weniger gesucht als der Tonnendünger, was allerdings grösstentheils dem erheblichen Einguss von Wasser in die Liernurabtritte zugeschrieben werden muss, wodurch die Fäcalmassen sehr verdünnt werden.[1]) Aus diesem Grunde wird gegenwärtig von allen Vertheidigern des Liernur'schen Systems die Verbindung desselben mit einer Poudrettefabrik für unbedingt nothwendig erklärt, damit ein Dünger erzeugt werden könne, der, geruchlos und längere Zeit aufbewahrungsfähig, eine leicht transportable und verkaufbare Waare abgeben würde. In Dordrecht wurde auch wirklich eine Poudrettefabrik errichtet, doch scheint dieselbe niemals in regelmässigem Gange gewesen zu sein, sondern es werden die Fäcalmassen mit Strassenkehricht und Asche zu einer Compostmasse verarbeitet, was zu nicht unbedeutender Belästigung der Adjacenten durch üblen Geruch Veranlassung gibt. In Amsterdam werden ebenfalls die Fäcalien, für die oft durchaus kein directer Absatz zu finden ist, theils zur Compostbildung mit Kehricht verwendet, theils zur Düngung von Wiesen benutzt oder einfach ins Wasser geschüttet.

Die Herstellungskosten des Liernur'schen Systems, auch wenn man von den Kanälen zur Ableitung der Schmutzwässer und von der Legung der Drainageröhren absieht und nur die pneumatische Entfernung der Fäcälien im Auge hat, sind sehr bedeutend, und dies ist wohl der Hauptgrund, wesshalb das System bis jetzt auch in holländischen Städten eine so geringe Verbreitung erlangt hat. Liernur selbst rechnet im Mittel 15 holl. Gulden Einrichtungskosten auf den Kopf; in Amsterdam stellten sich die Kosten für Anlage des pneumatischen Theiles des Systems auf 20 fl. = 34 Mark 20 Pf. pro Kopf; in Dordrecht stiegen sie sogar auf beinahe 52 Mark.[2]) Für München, mit einer Einwohnerzahl von 230000, wurden die Anlagekosten des Systems (d. h. des pneumatischen Theiles desselben) auf 7.846.000 Mark berechnet, was einer jährlichen Zinsenlast von 353.070 Mark entsprechen würde. Dazu käme noch, nach Analogie der Verhältnisse in holländischen Städten, eine jährliche Betriebsausgabe von 460.000 Mark, so dass der Gesammtaufwand der Stadt im Jahre, nur für den pneumatischen Theil des Liernur'schen Systems, sich auf 813.070 Mark belaufen würde, was bei einer $4\frac{1}{2}$ procent. Verzinsung ein Kapital von 18 Mill. Mark repräsentirt. Hierzu kämen noch die Kosten für Herstellung der Abwasserleitung im Minimalbetrage von fast 6 Mill. Mark.

Eine systematische Ausführung der pneumatischen Entfernung der Fäcalmassen hat bis jetzt nur in einzelnen Stadttheilen Amsterdams, Leidens und Dordrechts stattgefunden, denn die in einigen Prager Kasernen unter dem Namen „Liernursystem" bestehenden Abfuhreinrichtungen wird wohl auch Liernur schwerlich als seinem Systeme entsprechend anerkennen. In Amsterdam, wo mit der Herstellung der ersten Anlagen im

1) Nach dem Amsterdamer Gemeindebericht betrug die Quantität der pro Tag auf den Kopf entfallenden Fäcalstoffe in den Liernurabtritten für den Monat October 1876 nicht weniger als 2.49 Liter und im October 1877 sogar 2.58 Liter, während beim Tonnensystem auf den Kopf nur 0.81 Liter im Tage kommen (Münchener Bericht a. a. O. S. 7).

2) Verhandlungen und Arbeiten der Münchener Commission. IV. Ber. S. 138.

Jahre 1871 begonnen wurde, waren 1879 etwa 1350 Häuser mit circa 20000 Einwohnern an das Liernursystem angeschlossen (Amsterdam hat ungefähr 300000 Einwohner in 30000 Häusern). Leiden hatte im Jahre 1878 ca. 40000 Einwohner, wovon 1200 in 170 Häusern sich der Liernuranlage bedienen; die erste Einrichtung derselben begann im Jahre 1871. In Dordrecht wurde mit der Ausführung der pneumatischen Anlage erst im Jahre 1875 begonnen; Ende 1878 waren etwa 200 Häuser mit 1350 Einwohnern und eine Irrenanstalt mit ca. 300 Bewohnern angeschlossen. Soviel man aus officiellen und Privatberichten aus den genannten Städten ersehen kann, wird die rasche Verbreitung der pneumatischen Anlagen durch die grossen damit verbundenen Kosten hintangehalten.

Nach den vorliegenden Erfahrungen lässt sich behaupten, dass die pneumatische Entfernung der Fäcalien nach Liernur insofern den sanitären Anforderungen Genüge leiste, als sie 1. eine Verunreinigung des Bodens durch menschliche Excremente, insoweit sie in die Abtritte oder öffentlichen Pissoirs gelangen, ausschliesst, 2. bei guter Einrichtung und bei einiger Vorsicht von Seite der Bewohner die Abtritte geruchlos und rein zu erhalten im Stande ist, und 3. eine rasche und unbelästigende Entfernung der Fäcalmassen aus der Nähe der Wohnungen gestattet. — Es sind desshalb wohl Verhältnisse denkbar, in denen diese Art der Abfuhr mit Nutzen zur Ausführung kommen kann. Dies gilt namentlich von solchen Fällen, in denen man sich definitiv oder als Uebergangsstadium überhaupt für ein Abfuhrsystem ohne Trennung der festen und flüssigen Fäcalstoffe entschliessen zu müssen glaubt, wie z. B. für einzelstehende, öffentliche Gebäude, in kleineren Landstädten u. s. w. Für solche Städte dagegen, die entschlossen sind ein vollständiges System der Städtereinigung, wie es von der Gesundheitslehre gefordert wird, durchzuführen, lässt sich die pneumatische Anlage Liernur's, in Verbindung mit den übrigen von ihm vorgeschlagenen Einrichtungen für Ableitung der Schmutzwässer und Drainage des Untergrundes, nicht empfehlen, einmal wegen der ungeheuren Kosten, die eine so complicirte Anlage verursachen würde, und sodann der Verlegenheiten halber, welche unter grösseren Verhältnissen in Bezug auf die Verwendung der Fäcalstoffe jedenfalls entstehen müssten.

E. Desodorisations- und Desinfectionsanlagen; Poudrettebereitung.

Der üble Geruch der Abtritte, welcher mit den meisten Abfuhrsystemen verbunden ist, theilweise auch der Wunsch, die Fäcalien in einen sanitär indifferenten Zustand zu versetzen, und schliesslich die Unmöglichkeit, die grosse Menge der aus Städten abzuführenden

Fäcalien sofort auch für die Landwirthschaft zu verwerthen, haben schon seit langer Zeit zur Erfindung zahlreicher Klosetanlagen mit Anwendung von Desinfectionsmitteln Veranlassung gegeben und mannigfaltige Vorschläge zur Verarbeitung der Fäcalien zu künstlichem Dünger (Poudrette) ins Leben gerufen.

a. Das Erdkloset.

Die selbstreinigende, „mineralisirende" Kraft der Erde war schon von Alters her bekannt, und die Erde war das erste Mittel, welches vom Menschen angewendet wurde, um sich von dem unangenehmen Anblick und Geruch der Excremente zu befreien. Dennoch wurden erst in neuerer Zeit Abtrittanlagen mit Anwendung von Erde als Desodorisationsmittel zur systematischen Einführung in bewohnten Orten empfohlen, und die Erfindung des Erdklosets knüpft sich an den Namen des englischen Geistlichen Moule, welcher etwa vor 20 Jahren zum ersten Mal ein bestimmtes Mengenverhältniss der zu benutzenden Erde zu den Excrementen angab[1]) und auch eine Theorie des Chemismus aufstellte, der den Veränderungen zu Grunde liege, welche die Mischung der Erde mit Excrementen factisch in den letzteren hervorbringt.[2]) Moule glaubte nämlich, die organischen Bestandtheile der Erde würden hierbei in denjenigen Zustand übergeführt, in welchem sie sich in der Natur in fruchtbarem Boden befinden, so dass sie für die Ernährung von Pflanzen nutzbar bleiben, ohne eine letzte Zersetzung in anorganische Substanzen zu erleiden. Diese Anschauung ist nun allerdings durch die experimentellen Arbeiten der neuesten Zeit über die Wirkung des Bodens auf organische Materie nicht bestätigt worden: die Arbeiten von Schlösing und Müntz, Falk und Soyka haben bewiesen, dass unter gewissen Umständen eine eigentliche Mineralisirung der organischen Substanz im Boden stattfindet, aber die Ueberzeugung von der reinigenden Kraft der Erde konnte hierdurch nur befestigt werden.

Schon Moule bemerkte, dass die Raschheit und Vollständigkeit der sog. desinficirenden Wirkung der Erde wesentlich von der Beschaffenheit der letzteren abhänge. Kies und Sand äussern eine sehr geringe und langsame Wirkung, doch scheint dieselbe früher vielfach unterschätzt worden zu sein. Dagegen besitzen, nach den vorliegenden Untersuchungen, die an wasserhaltigen Doppelsilicaten verhältnissmässig reichen, thonhaltigen Ackererden in hohem Maasse die Fähigkeit, rasch die physikalische und chemische Beschaffenheit

1) Dingler's polytechnisches Journ. Bd. 174. S. 318. 1864.

2) Buchanan, On the dry-earth System of dealing with Excrement. Twelfth Report of the medical officer of Privy Council for 1869. London 1870. Im Auszuge mitgetheilt von A. Spiess in der Deutsch. Vierteljahrsschr. f. öffentl. Gesundheitspfl. III. S. 80. 1871. Siehe auch Roth u. Lex, Handbuch der Militärhygiene. I. S. 456.

der Excremente in der gewünschten Weise zu verändern.[1]) Thon selbst ist zur Desodoration und Zersetzung der Fäcalien nicht geeignet, wohl aber gewöhnliche Gartenerde, und zwar lehmhaltige mehr als torfhaltige. Von sehr guter Wirkung soll überhaupt jede Erde sein, die in sich schon eine Menge organischer Substanzen enthält. Dieser Umstand, der nach den neuesten Beobachtungen von Lissauer[2]), Falk[3]) u. A. keinem Zweifel zu unterliegen scheint, hängt vermuthlich mit der reichlichen Entwicklung organischen Lebens in humushaltigem Boden zusammen. Dem entspricht auch die Behauptung Moule's, dass eine Mischung von Erde mit Excrementen, welche eine Zeit lang aufbewahrt und gut getrocknet ist, aufs Neue die Eigenschaft bekomme, Fäces und Urin zu desodorisiren und zu zerlegen; die Erde soll sogar dann noch wirksam sein, wenn schon die Hälfte der gebrauchten Masse aus Excrementen besteht. Für den grossen Düngwerth der auf diese Weise benutzten Erde werden von Moule zahlreiche Beispiele aus der landwirthschaftlichen Praxis gebracht.

Die Menge der mit den Excrementen zu mischenden Erde hängt, abgesehen von der Beschaffenheit der letzteren, von der Quantität des Urins ab. Für eine gewöhnliche Defäcation von 125—150 Grm. Koth und 250—300 Grm. Urin sollen 1½—2 Pfund sorgfältig getrockneter Erde zur vollständigen Beseitigung des Geruches und Absorption des Urines genügen; nimmt man weniger Erde auf eine Ausleerung, so bleibt Neigung zur Feuchtigkeit im Gemisch zurück und es macht sich ein mehr oder weniger starker Geruch bemerklich.

Den soeben angeführten Zahlen gegenüber ist es auffallend, dass bei Versuchen, die im Berliner Arbeitshause mit dem Erdkloset (Patent Draper and Son) angestellt wurden, die vollständige Desodorisirung eines Stuhlganges nach Virchow[4]) im Durchschnitt 7 Pfund, nach A. Müller[5])

1) Bernartz, Das Geruchlosmachen . . . des Abtrittdüngers. München 1865. S. 9.

2) Lissauer, Hygienische Studien über Bodenabsorption. Deutsch. Vierteljahrsschr. f. öffentl. Gesundheitspfl. VIII. S. 569. — Nach Lissauer hat sich die Absorptionsfähigkeit des Dünensandes bei Danzig nach vierjähriger Berieselung mit Kloakenflüssigkeit mehr als verdoppelt.

3) Falk, Experimentelles zur Frage der Kanalisation mit Berieselung. Vierteljahrsschr. f. gerichtl. Med. u. öffentl. Sanitätswesen. XXVII. S. 83 u. flgde. — Falk betont den Reichthum des Bodens an organischen Substanzen als wesentlichen Factor für die desinficirende Kraft desselben.

4) Virchow, Generalbericht. S. 82.

5) A. Müller, Actenstücke über die Entwässerung Berlins. Müller's Bericht über die Versuche mit dem Erdkloset. — Deutsch. Vierteljahrsschr. f. öffentl. Gesundheitspfl. IV. S. 477.

sogar $5\frac{3}{4}$ Kilo Gartenerde benöthigte. Es erklärt sich dies vermuthlich durch die Art der Einrichtung[1]) und der Benutzung dieses Klosets bei mangelhafter Ueberwachung.

Die Zeit, welche zur Mineralisirung der Excremente nothwendig ist, hängt wesentlich von der Beschaffenheit der angewandten Erde ab, beträgt aber nach Moule und Buchanan jedenfalls mehrere Monate, denn wenn man frische Gemenge von Erde und Excrementen der Einwirkung einer höheren Temperatur aussetzt, oder dieselben nass macht, so tritt wieder der specifische Fäcalgeruch zum Vorschein; nach Verfluss einiger Monate jedoch macht sich bei Einwirkung mässiger Hitze oder der Feuchtigkeit auf das Gemisch kein Geruch mehr bemerklich. Bei den von mir[2]) angestellten Desodorisationsversuchen mit Erde ergaben sich schon während der ersten Tage folgende Veränderungen in Bezug auf das Verhalten der Excremente zur umgebenden Luft: Vermehrung der Kohlensäureabgabe um 9 % und der Sauerstoffaufnahme um 17.4 %; Verminderung der Abgabe von Ammoniak um 84.5 %, Schwefelwasserstoff 100%, Kohlenwasserstoffen und flüchtigen Fettsäuren 70.3 %; das Gemisch war ohne merklichen Geruch; die Menge der angewandten Erde betrug weniger als das Doppelte der Fäcalmenge.

Die Einrichtung des Erdklosets kann je nach Umständen eine verschiedene sein.

In seiner einfachsten Form besteht es aus einer Grube oder einem beweglichen Behälter zur Aufnahme der Excremente, die dann von Zeit zu Zeit, je nach Bedürfniss, mit trockener Erde bestreut werden. Solche einfache Erdklosets waren schon im Jahre 1863 in einer bedeutenden Zahl von Arbeiterwohnungen und in der Armenschule zu Bradford am Avon eingeführt.[3]) Gewöhnlich sind sie so eingerichtet, dass von dem Behälter nur die festen Excremente, nebst demjenigen kleinen Theil der flüssigen aufgenommen werden, der bei der Defäcation mit entleert wird. Besser und bequemer als in dieser einfachen Form, werden die Erdklosets in der Weise hergestellt, dass ein kleiner und jeden Tag zu leerender Behälter, unter dem Sitzbrett befindlich, die Excremente aufnimmt, wobei man durch einen einfachen, leicht zu handhabenden Mechanismus jedesmal nach der Defäcation die nöthige Menge trockener Erde aus einem hinter und über dem Sitze befindlichen Reservoir auf die Excremente fallen lässt. Für Privatverhältnisse, wo man auf eine gewisse Sorgfalt von Seite der das Kloset Benutzenden rechnen kann, ist es am besten, dasselbe nach Art eines modernen Wasserklosets einzurichten, nur dass

---

1) Die Klosets waren derart eingerichtet, dass während der Zeit der ganzen Sitzung dem Reservoir Erde entfiel.

2) Erismann, Zeitschr. f. Biol. XI. S. 244 u. 248.

3) Moule, On a system of earth sewage. Journ. of the society of arts, May 1863. p. 447. Citirt bei Eigenbrodt, a. a. O. S. 22.

hier, statt des Wassers, Erde auf die Excremente fällt. In öffentlichen Anstalten dagegen ist es besser die Thätigkeit des Erdklosets nicht vom Belieben der dasselbe Benutzenden abhängig zu machen, sondern automatisch wirkende Vorrichtungen anzubringen.[2]) Die Grösse der Klosets richtet sich nach dem Bedürfnisse: in Privathäusern wendet man Klosets an von der Form der Nachtstühle, mit kleinen, tragbaren Gefässen aus Thon, Porzellan oder Eisen; in öffentlichen Anstalten dagegen benutzt man vortheilhaft grössere Eisenkasten, die, auf einen niedrigen Wagen gestellt, unter die Abtrittsitze hingefahren werden können. Die hierzu gehörigen Reservoire können die zur Bedeckung von 100—200 Defäcationen erforderliche Erde enthalten. Wollte man in einer Stadt das Erdkloset einführen, so müssten die Excremente in Gefässen aufgefangen werden, die, nach Art der Kübel oder Tonnen beim Tonnensystem, luftdicht verschlossen und bei jeder Abfuhr gewechselt werden könnten.

Die zum Gebrauche in den Erdkloseten bestimmte Erde muss vorher gut getrocknet sein; nach dem Trocknen, das auf verschiedene Weise geschehen kann, muss man die Erde durch ein Sieb von gröberen Beimischungen trennen und sodann an einem vor Feuchtigkeit hinlänglich geschützten Raume aufbewahren. Da die mit Excrementen gemischte Erde nicht immer sofort nach ihrer Entfernung aus Haus und Stadt zur Verwendung in der Landwirthschaft gelangen kann, so dass ausserhalb der Ortschaften grössere Behälter zu ihrer Aufbewahrung eingerichtet werden müssen, empfiehlt es sich, die Masse von Zeit zu Zeit mechanisch zu mengen, wozu besondere Mischapparate nöthig werden können. Bei guter Mischung der Substanzen soll nach Ablauf von etwa 4 Wochen selbst jede Spur des den Excrementen beigemischten Papiers verschwunden sein.

Die mit Einführung und Betrieb der Erdklosets verbundenen Kosten sind sehr bedeutend. Buchanan veranschlagt dieselben für ein Dorf von 1000 Einwohnern auf 260 Pfd. Sterl., d. h. 5200 Mark im Jahr, wonach also eine Stadt von 1 Mill. Einwohner, wie Berlin gegenwärtig ist, über 5 Mill. Mark jährlich zu bezahlen hätte.[2]) Aber da in einer grossen Stadt der Transport der Erde und sodann der mit Erde gemischten Excremente unvergleichlich viel theurer zu stehen kommt als auf dem Dorfe, so dürfte wohl im Falle der allgemeinen Einführung des Erdklosetsystems das städtische Budget mit der doppelten Summe, d. h. mit 10 Mill. Mark belastet werden, was einem Capitale von ca. 200 Mill. Mark entsprechen würde. Allerdings berechnet Buchanan, diesen Ausgaben gegenüber, einen sehr hohen Erlös für den Dünger, wodurch die Kosten der Anlage

1) Seligmann beschreibt in der Allg. Militärärztl. Zeit., Beilage z. Wiener med. Presse. 1869. No. 1, eine solche Vorrichtung, die in dem Lager bei Bruck an der Leitha üblich ist (angef. bei Roth und Lex, a. a. O. I. S. 458).

2) Siehe die Kostenberechnung F. Varrentrapp's in der Deutschen Vierteljahrsschr. f. öffentl. Gesundheitspflege. III. S. 552. — Bockendahl, Das Erd-, Gruben-, Eimer- und modificirte Wasserkloset in England. 1871.

und des Betriebes zum wenigsten vergütet werden sollen. Für ländliche Verhältnisse mag diese Berechnung unter Umständen zutreffen; auf grossstädtische Verhältnisse ist sie jedoch, wie die Erfahrung zeigt, nicht anwendbar.

Praktische Erfahrungen mit dem Erdkloset hat man vorzugsweise in England und in Indien gemacht. In den Schulen und Gefängnissen von Lancaster und Dorchester bestehen die Erdklosets seit der Mitte der sechziger Jahre und bewähren sich nach dem Berichte Buchanan's sehr gut, da die Abtritte reinlich und meist geruchlos gefunden wurden. Dieselben günstigen Erfahrungen werden nach dem genannten Autor auch im Lager von Wimbledon gemacht, wo die Erdklosets seit 1868 und 1869 eingeführt sind: hier fallen die Excremente in Gruben, die gross genug sind, um während der 14 Tage, die das Lager dauert, nicht geleert werden zu müssen; jedes Kloset hat einen automatisch wirkenden Apparat, der beim Aufstehen des dasselbe Benutzenden $1\frac{1}{2}$ Pfund Erde auf die Excremente wirft; in die Pissoirs wird die Erde einfach mit der Schaufel geschüttet; ein Geruch nach frischen Fäces war während des Gebrauchs einzelner Klosets zu bemerken; einige Pissoirs verbreiteten Uringeruch. In Indien wurden ebenfalls schon in den sechziger Jahren in Lagern, Gefängnissen, Hospitälern und anderen öffentlichen Anstalten Erdklosets eingerichtet, und soll der Erfolg überall ein befriedigender gewesen sein, wo die Einrichtung und Besorgung derselben nach den vorgeschriebenen Regeln geschah; doch fand man das System für Pissoirs wenig geeignet. In England sind Erdklosets mit Gruben in zwei kleinen Dörfern (Halton und Aston Clinton) eingeführt, die im Gute Rothschild's liegen; sie sind so eingerichtet, dass durch das Gewicht des Sitzenden die erforderliche Menge Erde während der Defäcation auf die Excremente geworfen wird, und wurden bei einem unangemeldeten Besuche rein und geruchlos gefunden. Endlich besteht das Erdkloset, nebst Wasserklosets (1300) und Gruben (450) in einer Anzahl (90) ärmerer Häuser in der Stadt Lancaster; die Erdklosets nehmen kein Küchenwasser und durchaus nicht allen Urin der sie benutzenden Familien auf; in den Abtritten fand Buchanan fast überall einen mehr weniger intensiven Gestank. Die Beobachtungen von Spiess[1]) über die Wirkung der in einigen öffentlichen Anstalten in Frankfurt a. M. aufgestellten Erdklosets ergaben ein wesentlich ungünstiges Resultat: Gestank in den Abtritten und fehlende oder mangelhafte Bedeckung der Excremente mit Erde liessen die Einrichtungen in wenig vortheilhaftem Lichte erscheinen.

Die sanitäre Bedeutung des Erdklosets geht aus dem Gesagten von selbst hervor. Es muss zugegeben werden, dass es möglich ist, ein Kloset mit Anwendung von Erde als Desinfectionsmittel zu construiren, das bei sorgfältiger Ueberwachung rein und geruchlos gehalten werden kann. Für ländliche Verhältnisse, für Lager, für einzelstehende grössere Gebäude kann dieses Kloset mit verschiedenen Modificationen in seiner Einrichtung unter Umständen gute Dienste

1) Spiess, Dtsch. Vierteljahrsschr. f. öffentl. Gesundheitspfl. III. S. 101 u. flgde.

leisten und direct empfohlen werden. Für städtische Wohnungen dagegen vermag es nur die Rolle eines guten Nachtstuhles zu spielen. Abgesehen davon, dass es Einrichtungen zur Entfernung der Regen-, Grund- und Schmutzwasser aus den Häusern in keiner Weise überflüssig macht, wäre seine allgemeine Einführung in grösseren Städten mit unerschwinglichen Kosten verbunden. Selbst Lehfeldt[1]), der doch im Allgemeinen den Abfuhrsystemen geneigt ist, gibt zu, dass das stete Bereithalten einer genügenden Menge gehörig trockener Erde, von passender chemischer Zusammensetzung, unter Umständen grosse Schwierigkeiten bieten müsse. Es ist wahr, dass durch wiederholte Anwendung ein- und derselben Erde die Transportkosten nicht unerheblich vermindert werden könnten, allein es würde sich doch nicht empfehlen, die Häuser, Höfe und Wohnungen einer Grossstadt in Trockenanlagen für Koth und Erde umzuwandeln.

b. Das Aschenkloset.

Nach Parkes[2]) werden im Norden von England die Fäcalien noch in der Grube sehr häufig mit Steinkohlenasche vermischt.

Die Abtritte sind dabei meist in der allerprimitivsten Weise eingerichtet: im Hintergrunde der Höfe, die sich an die kleinen, einstöckigen Häuser anschliessen, befindet sich eine Grube, die als Aschenbehälter und zugleich zur Aufnahme der festen Excremente und der Küchenabfälle dient, während Regen- und Hauswasser von derselben fern gehalten werden. An der Rückseite der Höfe läuft ein schmaler Gang hin, gegen den sich alle Aschenbehälter mit Fenstern öffnen, während die Höfe selbst in keiner Verbindung zu demselben stehen. Durch diesen Gang und die Fenster der Abtrittgruben geschieht die Leerung der letzteren. Durch die Steinkohlenasche, die meist in bedeutenden Mengen in die Grube kommt, wird der flüssige Theil der Fäcalien aufgesogen und das Ganze in eine feste Masse verwandelt. Diese Einrichtung war früher z. B. in Manchester allgemein.[3]) Parkes missbilligt sie sehr und behauptet, dass die desodorisirende Wirkung der Steinkohlenasche gering sei. Gegenwärtig sind in Manchester die Gruben fast vollständig verschwunden und statt derselben Kübel eingerichtet (über 55000), die aus verzinktem Eisenblech hergestellt sind. Die Abtritte befinden sich meistentheils in besonderen Häuschen zu ebener Erde und besitzen an der Rückwand Siebekasten für Asche und Kohlenrückstände; die feine Asche fällt in die Fäcalientonne, die gröberen Stücke aber in den daneben stehenden Müllkasten.[4])

1) Lehfeldt, Der gegenwärtige Stand der Abfuhr- und Kanalisationsfrage in Grossbritannien. S. 56.

2) Parkes, A manual of practical hygiene. 4. Aufl. p. 364.

3) Bürkli, a. a. O. S. 74.

4) Mitgau, a. a. O. S. 43. — Die Stadt Rochdale hat nicht, wie zuweilen

Die Aschenklosets können auch in der oben, bei den Erdklosets beschriebenen, vollkommeneren Form mit mechanischen Vorrichtungen hergestellt werden (Morell's dry Ash-Closet). Torf-, Braunkohlen- oder Steinkohlenasche wird mehr empfohlen als Holzasche.

In Bezug auf die Zweckmässigkeit der Anwendung der Aschenklosets gilt das oben über das Erdkloset Gesagte. In Städten dürfte der Gebrauch der Asche billiger sein als derjenige der Erde, da die erstere nicht erst in die Stadt hineingeschafft zu werden braucht. Ausserdem scheint aus den in Berlin vorgenommenen Parallelversuchen hervorzugehen, dass man zur Erreichung der Geruchlosigkeit bedeutend weniger Asche braucht als Erde.[1]) Immerhin würde man, bei einer Annahme von 34 Kgrm. Koth pro Kopf und Jahr, nur für die von einem Menschen gelieferten Fäces über 250 Kgrm. Torfasche brauchen.

Von England aus wird auch die Kohle als Mittel zur Desodorisirung der Excremente in Kloseten empfohlen und von Parkes sehr gerühmt, am meisten soll sich ihrer relativen Billigkeit halber die Torfkohle empfehlen. Durch trockene Destillation des Gemisches von Kohle und Erde in einer Retorte kann man die Kohle wieder gewinnen und ausserdem durch Verkauf der Destillationsproducte (Ammoniakwasser, Theer, Leuchtgas) eine nicht unbedeutende Einnahme erzielen. Dieses Verfahren ist von Stanford angegeben und in Glasgow in Anwendung gekommen. Viele ziehen die Kohle desshalb der Erde vor, weil man zur Erreichung vollständigerer Desodorisation ein geringeres Volumen Kohlen brauchen soll. Doch sind die Ansichten hierüber noch getheilt.

c. Das Müller-Schür'sche Kloset.

Die Existenz dieses Klosets lässt sich nur durch die weite Verbreitung des Gebrauches von Nachtstühlen in Norddeutschland erklären, welche jede Verbesserung derselben als willkommen erscheinen liess. Das Kloset bezweckt absolute Trennung der festen Excremente von den flüssigen und Desinfection beider.

Zu diesem Zwecke ist der die Fäcalien aufnehmende Trichter durch eine senkrechte Scheidewand in zwei Theile getheilt; in den vorderen Abschnitt gelangt der Urin, in den hinteren der Koth. Bequemer ist es, wenn statt eines getheilten Trichters zwei getrennte Gefässe vorhanden sind. Behufs der Leerung wird entweder das Uringefäss selbst nach dem Hofe hinuntergetragen, oder aber der Urin wird vermittelst eines Rohres abgeleitet. Man filtrirt ihn durch eine mehrere Fuss starke Schicht von Torfgrus, welches mit den Abgängen aus Sodafabriken oder mit saurer,

---

fälschlich angegeben wird, Aschenklosets; es werden vielmehr hier die trockenen Abfälle, wie Asche, Küchenabgänge u. s. w., besonders abgefahren.

1) Deutsch. Vierteljahrsschr. f. öffentl. Gesundheitspfl. IV. S. 478. — Ueber das Morell'sche Aschenkloset vgl. auch Lehfeldt a. a. O.; sodann Schülke, Gesunde Wohnungen. S. 207. 1880.

schwefelsaurer Magnesia (Abgang aus Mineralwasserfabriken) gemischt ist; hierdurch sollen die werthvollen Bestandtheile des Urins zurückgehalten werden und der letztere als klare Flüssigkeit abfliessen, welche unbedenklich selbst in offene Strassenrinnen abgeleitet werden könne.[1]) Das Torfgrus muss alle 6—8 Wochen erneuert werden. Die in den hinteren Theil des Trichters fallenden festen Excremente werden sofort nach jeder Defäcation durch einen automatisch wirkenden Apparat mit einem sog. Desinfectionspulver bestreut, das zuerst von Prof. Müller in Stockholm empfohlen, von Schür in Stettin verbessert und von Töpfer daselbst fabriksmässig dargestellt wird. Dasselbe besteht aus gebranntem Kalk und trockenem Holzkohlenpulver, welchem Sägespähne, mit Carbolsäure imprägnirt, beigemischt sind. Der gebrannte Kalk soll den Fäces das Wasser entziehen, Holzkohle die übelriechenden Gase absorbiren, Carbolsäure die Fäulniss verhindern; die Sägespäne dienen zur gleichmässigeren Vertheilung der Carbolsäure. Durch dieses Pulver soll der Koth in eine trockene, geruchlose Masse verwandelt werden. Für gewöhnliche Stuhlgänge genügen ca. 30 Grm. des Desodorisationspulvers; die Ausgabe für das Pulver würde nach den in Berlin angestellten Versuchen etwa 2 Mark pro Kopf und Jahr betragen[2]), wenn zum Uriniren der Nachtstuhl nicht benutzt wird. Die mit dem Pulver gemischten Excremente sollen nach ihrer Entleerung aus dem Kloset in einem offenen, aber vor Nässe geschützten Schuppen aufbewahrt, getrocknet, mit etwas Urin vermischt, wieder getrocknet, und sodann als Dünger verkauft werden.

Dieses Kloset hat keine grössere Verbreitung erlangt: nur in Stettin ist es häufig in Privathäusern zur Anwendung gekommen; in Hamburg ist es probeweise in einigen öffentlichen Gebäuden eingeführt worden.[3]) Die Resultate sind nach glaubwürdigen Berichten, sowohl aus Stettin selber, als auch aus Hamburg und Berlin[4]), durchaus nicht ermuthigend; auch Schülke, der das Kloset selbst einige Jahre lang benutzt hat, spricht sich nicht zu Gunsten desselben aus.[5]) Das Streupulver wirkt mangelhaft: der Geruch des Kothes hört nicht auf, sondern wird nur in einen „unangenehmen Leichengeruch" verwandelt; die Luft in anliegenden Wohnräumen wird verpestet; im Berliner Arbeitshause wurde das Kloset erträglich, als man nach dem Vorschlage A. Müller's ein ventilirendes Bleirohr aus dem Kloset nach der immer warmen Küchenesse hinleitete; doch auch jetzt konnte die Reinheit der Luft in den anstossenden Räumen nur dadurch erhalten werden, dass das Dienstpersonal dem Kloset besondere Aufmerksamkeit schenkte. Nach Müller soll die Wirkung des Streupulvers theilweise desshalb ungenügend sein, weil dasselbe, statt wasserfreien Kalkpulvers, mehr oder weniger feuchten Staubkalk enthält. Auch die Filtration des Harns durch Torfgrus ist, wie wir früher

---

1) Schür, Darstellung des ... Müller-Schür'schen Systems zur Abfuhr menschlicher Excremente. Stettin 1865.

2) Actenstücke über die Entwässerung Berlins. Deutsche Vierteljahrsschr. f. öffentl. Gesundheitspfl. IV. S. 469.

3) Varrentrapp, Ueber Entwässerung der Städte. S. 57.

4) Actenstücke u. s. w. S. 468 u. flgde.

5) Schülke, Gesunde Wohnungen. S. 206.

schon erwähnt haben, sehr mangelhaft: suspendirte Substanzen und Farbstoffe bleiben allerdings im Torfe zurück, und man hat sich desshalb durch die Klarheit des Filtrates verleiten lassen, dasselbe für indifferent zu halten, während es nach Kerner[1]) noch fast die ganze, im aufgegossenen Harne vorhanden gewesene Harnstoffmenge enthält.

Nach Allem, was über das besprochene Kloset bekannt ist, erhält man den Eindruck, dass es nicht nur keinen Anspruch darauf machen kann, unter städtischen Verhältnissen eine grössere Verbreitung zu erlangen, sondern dass es überhaupt keine Vorzüge besitzt — wenn man ihm nicht etwa den gewöhnlichen, primitiven Nachtstuhl gegenüberhalten will — und desshalb am besten ganz verlassen würde.

d. Das Petri'sche Verfahren.[2])

Diese Desinfectionsmethode bezweckt die Unschädlichmachung der Fäcalien und ihre Verwendung als Brennmaterial, was schon gegen Ende des vorigen Jahrhunderts von Lemery in Paris und 1827 von Reimann vorgeschlagen wurde. Petri bereitet zu diesem Zwecke ein Desinfectionspulver, dessen Zusammensetzung er geheim hält, das aber, nach den Analysen von Schürmann[3]), wesentlich aus Torf, Steinkohlengrus und Gastheer besteht.

Nach der Angabe Petri's befindet sich unter dem Sitze seines Abortes eine trogartige Abtrittsgrube, in welche eine grössere, für mehrere Wochen ausreichende Menge des Desinfectionspulvers und ausserdem Abfälle von Brennmaterialien (Torf-, Steinkohlen- und Coaksabfälle), Kehricht und feste Küchenabfälle kommen. Die hineinfallenden Kothmassen sollen sofort umhüllt und geruchlos gemacht werden, während der Urin durch Capillarität aufgesaugt wird. In Folge der hierdurch enorm vergrösserten Oberfläche der Flüssigkeit, soll dieselbe nach den Angaben Petri's rasch verdunsten und die Masse lange trocken bleiben. Behufs besserer Mischung des Pulvers mit den Fäcalien ist im Troge eine Rührschnecke angebracht, die des Tages einigemal gedreht werden soll. Der Abtritt kann übrigens auch in Form eines Nachtstuhls mit mechanischer Streuvorrichtung hergestellt werden. Die auf den Depotplatz abgeführten Fäcalien werden dort zuerst durch ein Drahtnetz von fremdartigen, allzugroben Beimischungen befreit, sodann mit dem dreifachen Volumen von Torf- oder Kohlengrus gemischt, mittelst Ziegelpresse in Ziegelform gebracht und an der Luft getrocknet. Die beim Verbrennen dieser Ziegel

1) Varrentrapp, a. a. O. S. 199 u. flgde.

2) Siehe Dingler's polytechn. Journ. 213. Bd. S. 258. 1874. — Petri, Kurzgefasste Darstellung der Reinigung der Städte und Fabrikanlagen u. s. w. 1877. — Ochwadt, Die Kanalisation mit Berieselung und das Dr. Petri'sche Verfahren.

3) Das Dr. Petri'sche Desinfectionsverfahren. Deutsch. Vierteljahrsschr. f. öffentl. Gesundheitspfl. VII. S. 747.

zurückbleibende Asche soll zum Düngen verwerthet werden. Uebrigens hat Petri auch aus der mit seinem Pulver gemischten Fäcalmasse direct Poudrette bereitet. Das ausserdem von Petri angegebene Desinfectionswasser besteht nach Schürmann aus einer alkalisch reagirenden Lösung von Chlorcalcium, die etwas Schwefelsäure und Magnesia enthält und mit Nitrobenzol parfümirt ist.

Es scheint keinem Zweifel zu unterliegen, dass Geruchlosigkeit der Fäcalien mit dem Petri'schen Pulver wirklich erreicht werden kann; aber, wie Schürmann gezeigt hat, ist dasselbe bedeutend theurer als die Mischung der einzelnen Bestandtheile bei Abwesenheit jeglicher Speculation wäre. Jedenfalls besitzt das Verfahren keinen solchen Vorzug vor den übrigen Kloseteinrichtungen, dass es zu allgemeinerer Anwendung besonders empfohlen werden könnte. Auf grösseren Fabriken, wo Steinkohlenasche, Gastheer, nicht selten auch Torf, in bedeutender Menge schon vorhanden sind, mag die Verwendung derselben zur Desodorisation der Fäcalien unter Umständen gute Dienste leisten. Ueber die Rentabilität der Herstellung von Fäcalsteinen als Brennmaterial liegen hinlängliche Erfahrungen nicht vor.

e. Das Abortsdesinfectionssystem Friedrich's.

Das Besondere dieses Klosetsystems besteht in der Anwendung eines aus Carbolsäure, Thonerdehydrat, Eisenoxydhydrat und Kalk zusammengesetzten Desinfectionsmittels.

Das Pulver befindet sich in einem Drahtkorb, welcher seinerseits in einem eisenblechernen Kasten aufgehängt ist Dieser Kasten steht nach der einen Seite mit einem Wasserbassin, andererseits mit den Klosets oder anderweitigen Fäcalbehältern (Tonnen, Abtrittgruben) in Verbindung. Beim Gebrauche der Klosets strömt Wasser in den Kasten und setzt einen Luftsauger selbstthätig in Function, so dass das Desinfectionsmittel aufgerührt und dem Wasser beigemengt wird. Dieses Desinfectionswasser fliesst dann in die Klosets und mit den Fäcalien in die Tonne oder Abtrittgrube; es bewirkt eine ziemlich schnelle und vollständige Sedimentirung der festen Fäcalstoffe. Die flüssigen Massen laufen entweder direct in die Rinnsteine und Siele ab, oder werden behufs gründlicherer Reinigung erst noch durch Klärbassins geleitet. Die festen Sedimente werden in den Tonnen abgeführt oder, wo Abtrittgruben vorhanden sind, durch Auspumpen oder Ausschöpfen von Zeit zu Zeit entfernt.

Die Untersuchungen Hüllmann's[1]) über die sanitäre Bedeutung dieses Verfahrens haben gezeigt, dass die ablaufende Flüssigkeit trübe ist, alkalisch reagirt, nach Carbolsäure riecht, im Liter 5.64 Grm. Trocken-

---

1) Das Abortdesinfectionssystem des Herrn Max Friedrich in Plagwitz. Deutsch. Vierteljahrsschr. f. öffentl. Gesundheitspfl. XII. S. 112. 1880.

substanz, darunter 3.5 Grm. organischer Materie und unter Anderem den gesammten Stickstoffgehalt der festen und flüssigen Fäcalien enthält, dass sie aber trotzdem der Fäulniss ziemlich lange widersteht. Der Nutzwerth der festen Sedimente als Dünger ist verschwindend klein, die Kosten der Einrichtung der Desinfectionsanlage ziemlich bedeutend; die Desinfectionskosten stellen sich nach eigenen Angaben Friedrich's für Gefängnisse, Krankenhäuser u. dgl. auf 0.36 Mark per Kopf und Jahr; für kleinere Wohnungen auf 0.9 Mark, für Schulen nur auf 6—8 Pfg. per Kopf und Jahr. Die jährlichen Abfuhrkosten betragen für den Kopf etwa 1 Mark. Praktische Anwendung hat das Verfahren in mehreren öffentlichen Anstalten und vielen Privathäusern in Leipzig, sowie in der neuen Universitätsklinik in Halle gefunden. In Verbindung mit Abtrittgruben ist es für städtische Verhältnisse unbedingt zu verwerfen; werden zur Aufnahme und Trennung der Fäcalmassen Tonnen angewendet, so ist die Anlage mit denselben Nachtheilen behaftet, die jedes Tonnensystem mit Ablauf der flüssigen Fäcalmassen in Rinnsteine, Strassensiele und Wasserläufe bietet, da bei dem grossen Stickstoffgehalte des Ablaufwassers doch früher oder später Fäulniss desselben eintreten muss.

Für einzelstehende öffentliche Gebäude kann das Friedrich-sche Verfahren unter gewissen Verhältnissen empfohlen werden, aber als „System" der Städtereinigung ist es nicht zu betrachten und darf es auf allgemeine Verbreitung keinen Anspruch machen.

Anhang: Die Poudrettebereitung.

Die Unmöglichkeit, die auf dem Wege der Abfuhr aus den Städten entfernten Excremente zu jeder Zeit in frischem Zustande an die Landwirthe abzusetzen, sowie die Verpestung der Umgebung durch grössere Fäcaliendepots, haben schon frühe zahlreiche Methoden zur Bereitung von aufbewahrungs- und transportfähigem Fäcaliendünger ins Leben gerufen. Die Verlegenheit der Städte eröffnete hier dem Speculationsgeist unternehmender Persönlichkeiten ein weites Feld der Thätigkeit: unzählige Mittel sind angepriesen, sehr viele praktisch versucht worden; es schien unglaublich, dass man nicht auf rentable Weise die in den Excrementen enthaltenen Dungstoffe gewinnen könne, und man hat an zahlreichen Orten dieser Idee, die oft hartnäckig verfolgt wurde, grosse Opfer gebracht. Die Erfahrung hat ein sehr hartes Urtheil über diese Bestrebungen gesprochen: die gehegten Erwartungen sind nirgends in Erfüllung gegangen; die Gesellschaften, die sich zur industriellen Ausnutzung der Fäcalien durch Poudrettefabrikation bildeten, waren meist nach kurzer Zeit ihres Bestehens genöthigt zu liquidiren, oder das Geschäft so zu betreiben, dass die sanitären Uebelstände, welche man mit der Verarbeitung der Excremente zu Poudrette vermeiden wollte, unbeseitigt blieben.

Diesen Thatsachen gegenüber kann es nicht als Beweis für die Zweckmässigkeit des Verfahrens gelten, wenn in einzelnen wenigen Fällen, unter ausnahmsweise günstigen Localverhältnissen, die Poudrettefabrikation auch gegenwärtig noch fortgesetzt wird. Es ist hier nicht möglich die zahlreichen Methoden zu beschreiben, welche zu diesem Zwecke vorgeschlagen worden und theilweise in Ausführung gekommen sind; wir müssen uns damit begnügen die Principien zu erwähnen, nach denen man dabei verfahren ist, und an einzelnen Beispielen die gewonnenen Resultate zu erläutern. Den auf Poudrettebereitung gerichteten Bestrebungen liegen zwei Hauptverfahren zu Grunde: erstens die Reduction des Volumens der Fäcalien und die Hemmung des Fäulnissprocesses durch Wasserentziehung, und zweitens die Isolirung der werthvollen Dungbestandtheile auf chemischem Wege. Nach diesen beiden Principien entstanden die folgenden Methoden der Poudrettefabrikation.[1])

Das Verdunsten an der Luft, mit Klärung der Flüssigkeit durch Ruhe. Diese Methode wird seit mehreren Decennien in Paris angewandt[2]), wo man schon zu Ende des vorigen Jahrhunderts begonnen hat die aus der Stadt abgeführten Fäcalmassen in trockenen Dünger zu verarbeiten.

In der Voirie von Bondy, wohin die Fäcalstoffe theils aus dem Depotoir von La Villette durch eine Röhrenleitung gepumpt, theils direct zu Schiffe transportirt werden (fosses mobiles), füllt man mit denselben grosse Teiche; hier lagern sich die schweren Stoffe ab, die Flüssigkeit aber wird durch Wasserverdunstung immer concentrirter; schliesslich wird ein Theil der letzteren zur Gewinnung von Ammoniak verwandt, der grössere Theil jedoch in die Seine abgelassen. Der Bodensatz wird mit Schaufeln aus den Bassins entfernt und an der Luft zum Trocknen ausgebreitet; die getrocknete Masse zerfällt in ein grobes Pulver, das dann noch gesiebt und hierauf in den Handel gebracht wird. Die auf diese Weise gewonnene Poudrette soll nur 1.5% Stickstoff, aber sehr viel Sand (30%) aus dem Pariser Strassenschlamm enthalten; der Verkaufswerth derselben erreicht blos 80% der Herstellungskosten. Ueberhaupt hatte schon Ende der funfziger Jahre die Stadt Paris bei dieser Art der Abfuhr und Verwendung der Excremente jährlich eine baare Auslage von mehr als einer Million Thaler. Der Geruch, welchen die Absatzbassins

1) Specielle Mittheilungen hierüber siehe u. A. bei Bürkli a. a. O. S. 159—175. — Fischer, Ueber die Verwerthung der städtischen und Industrieabfallstoffe. S. 110 u. flgde. — Lehfeldt, a. a. O. S. 51 u. flgde.

2) Hennike, Zur Kanalfrage. Bericht an den Magistrat von Berlin. 1866. Beil. XIII z. Communalblatt. S. 255. Angef. bei Varrentrapp a. a. O. S. 41. — Wiebe, Ueber die Reinigung und Entwässerung der Stadt Berlin. 1861. S. 82—97. — Bürkli, a. a. O. S. 16 u. flgde. — Note du Directeur des travaux de Paris etc. 1879. p. 60 u. flgde.

verbreiten, ist nach dem Zeugniss einheimischer, sowie auch fremdländischer Schriftsteller, welche die Anlagen in Bondy besuchten, äusserst intensiv. Ausserdem wurde trotz der Poudrettebereitung die Seine in hohem Grade durch die städtischen Schmutzwässer und Fäcalmassen verunreinigt, und dieser Umstand war es denn schliesslich auch, der die Stadt Paris nöthigte eine andere Verwendung für ihre Unrathstoffe zu suchen und im Jahre 1866 den Anfang mit der Berieselung zu machen. Doch kommen auch gegenwärtig noch Fäcalmassen in ziemlicher Menge nach Bondy, dessen grosse Kothbassins die Umgegend verpesten, da die Verarbeitung der Fäcalien beinahe ganz aufgehört hat. Ausserdem haben zwei grosse Privatgesellschaften zahlreiche Etablissements in der Nähe der Stadt gegründet, in welchen aus den Fäcalien Schwefelammonium gewonnen wird. Wegen des üblen Geruches, den diese Etablissements verbreiten, sind sie die Ursache grosser Uebelstände für die Adjacenten.[1])

Verdampfen durch künstliche Wärme. In primitivster Art wurde dieses Verfahren zuerst in dem kleinen Städtchen Hyde Manchester von der sog. Patent Eureka sanitary and manure company angewandt.[2])

Die in den Abtritten der Stadt in hölzernen Schachten gesammelten Excremente wurden in der Fabrik in Kesseln erhitzt und bis zu einem gewissen Grade ihres Wassers beraubt; aus dem hierbei entstehenden, zähen Brei wurde dann durch Zusatz von Asche eine trockene Masse dargestellt, die in Pulverform in den Handel kam. Trotz zahlreicher und sehr verwegener Reclamen gingen die Geschäfte dieser Gesellschaft schlecht, denn die Auslagen überstiegen den theoretischen Werth des Düngers um 100 Procent. — Die in Rochdale bestehende Poudrettefabrik, deren gegenwärtige Einrichtung das Resultat vieler und kostbarer Versuche war, bezweckt ebenfalls die Eindampfung der Excremente zu einem beinahe trockenen Pulver mit Hilfe von Wasserdampf. Der ziemlich consistente, breiartige Inhalt der Abtrittkübel wird unter Zusatz von Schwefelsäure (behufs Bindung von Ammoniak) in liegende, gusseiserne Cylinder geschüttet, in welchen sich ein aus Dampfröhren und Streichblechen bestehender, mit einer hohlen Welle verbundener Rührapparat bewegt; nach 8—9 Stunden in den älteren Maschinen, und schon nach 5—6 Stunden in den neueren, ist das Wasser fast ganz abgedampft und die breiige Masse in ein Pulver verwandelt. Das abfliessende Condensationswasser hat eine bräunliche Färbung und trübt das Wasser des Flusses, in welchen es abgeleitet wird; die nicht condensirbaren Gase werden über dem Roste eines Dampfkessels verbrannt. Der Trockendünger stellt etwas über 7% des Gesammtinhaltes der Abtrittkübel dar; er enthält 56% organische Bestandtheile (darin 3.083 Stickstoff) und 22.19% schwefelsaures Ammoniak und findet guten Absatz. Dennoch rentirt die Fabrik sehr schlecht: Die Gesammtanlage hat 320.000 Mark gekostet; die jährlichen Ausgaben, incl. Zinsen, betragen ca. 180.000 Mark; die Einnahme für Poudrette im Jahre 1878 betrug 20.380 Mark. Zu bemerken ist, dass

1) Note du directeur des travaux de Paris; art. vidange. p. 62.

2) Lawes u. Gilbert, Ueber die Zusammensetzung, den Werth und die Benutzung d. städt. Kloakendüngers. Aus d. Engl. übersetzt v. Holtzendorff. 1867.

in Rochdale in die Kübel wenig Urin kommt; derselbe wird grossentheils in den Häusern angesammelt und an die Flanellfabriken verkauft. Der Eindruck, welchen die Anlage auf die Braunschweiger Commission[1]) machte, war kein ganz günstiger, obgleich der Betrieb als durchaus geregelt anerkannt werden musste. Die Ausdünstung der mit Fäcalmassen gefüllten, offenen Kübel machte den Aufenthalt in den Fabriken widerlich, während der Geruch der Poudrette durchaus nicht unangenehm war.

In Manchester bestehen gegenwärtig zwei Fabriken zur Ueberführung der Fäcalien in Trockendünger vermittelst Eindampfung. Das Princip der Verarbeitung ist dasselbe wie in Rochdale, nur sind die Anlagen grossartiger und planmässiger ausgeführt. Die nicht condensirten Gase verbrennen ebenfalls auf den Kesselfeuerungen. Da die Fäcalmassen in den Abtritten der Stadt Manchester mit Asche gemischt werden, so ist hier weniger Wasser zu verdampfen, und die Chargen dauern desshalb nur 4 Stunden; doch enthält aus demselben Grunde die Poudrette weniger Dungstoffe als diejenige von Rochdale, so z. B. nur 27.74% organischer Bestandtheile und Ammoniaksalze (mit 2.98 Stickstoff). Trotzdem der Verkauf der Poudrette im Ganzen gut geht, ist doch die Rentabilität der Anlage eine sehr schlechte. Die Ausgaben betrugen für das genannte Jahr 1.375.000 Mark (darunter allein für Gehalte und Löhne 665.000 Mark); die Einnahmen dagegen nur 392.680 Mark, woraus ein Deficit von über 982.000 Mark resultirt.

Ebenfalls auf dem Principe der Eindampfung beruhen die von Liernur planirten Poudrettefabriken. Doch ist bis jetzt nur eine solche Fabrik in Dordrecht erstellt worden, und auch diese wurde bis noch vor Kurzem ausschliesslich zu Probeversuchen benutzt.[2]) Zu erwähnen ist, dass sich hierbei die Angabe Liernur's, als ob der Abdampf der Pumpmaschine zur Poudrettebereitung allein genüge, nicht bestätigte, so dass directe Dampferzeugung nöthig war.

Das von Podewils[3]) vorgeschlagene Poudrettirungsverfahren beruht darauf, dass die Fäcalien über Feuer eingedickt werden und zwar in der Weise, dass die vom Feuer entwickelte Wärme zur Abdampfung benutzt und der von der Feuerung abziehende Rauch durch die Fäcalmasse (behufs Desinficirung derselben) gepresst wird. Die so conservirten Stoffe kommen sodann in Trockenkästen und werden durch darüber geleitete warme Luft noch stärker concentrirt. Die dickflüssige Masse, welche noch 50% Wasser enthält, wird mit wenig Trockenmaterial (Asche, Torfgrus u. s. w.) vermischt, zu Ziegeln geformt, an der Luft getrocknet und pulverisirt. Das Verfahren ist unseres Wissens noch nirgends zur Anwendung gekommen.

---

1) Mitgau, a. a. O. S. 41. Die obige Beschreibung der Poudrettefabriken in Rochdale und Manchester ist dem Berichte der Braunschweiger Commission entnommen. — Siehe hierüber auch einen Aufsatz Radcliffe's in: Supplementary Report of the Local Government Board on some recent inquiries under the Public Health-Act 1858. London 1874. Angeführt in Deutsch. Vierteljahrsschr. f. öffentl. Gesundheitspfl. IX. S. 481.

2) Berichte der Münchener Commission. Beil. VII z. III. Bericht. S. 17. 1879.

3) Podewils, Die Conservirung u. Poudrettirung d. Abfallstoffe durch Rauch.

Mechanische und chemische Filtration. Es sind mannigfache Mittel zur mechanischen Filtration der Excremente bei Abfuhrsystemen versucht worden, in der Absicht, durch Abfiltriren der flüssigen Bestandtheile das Volumen der wegzuführenden Fäcalmassen zu verringern und doch einen Theil der Dungstoffe zurückzuhalten. Es zeigte sich aber, dass mit der Flüssigkeit weitaus der grösste Theil der werthvollen Dungstoffe die Filter passirt, und dass ausserdem die letzteren sich rasch verstopfen. Man verfiel desshalb auf Filtrationsarten, bei denen die chemische Wirkung des Filters stärker zur Geltung kommen sollte, und sind in dieser Richtung zahlreiche Versuche in kleinem und grossem Maassstabe gemacht worden; aber man hat trotzdem noch keine Methode gefunden, die wirksam und zugleich so billig wäre, dass ihre Anwendung sich rentirte.

Bei dem Müller-Schür'schen Kloset wird zur Filtration des Harns der Torf gebraucht, aber wir haben oben schon gesehen, dass derselbe nicht die Fähigkeit besitzt, die stickstoffhaltigen Harnbestandtheile, so lange sie unzersetzt sind, zurückzuhalten.

Ein von Blanchard u. Comp. in Paris angegebenes Verfahren soll in dieser Beziehung zufriedenstellende Resultate geben, konnte aber, seiner Kostspieligkeit wegen, keine allgemeinere Verbreitung erlangen. Nach dieser Methode bedient man sich zur Aufnahme der Excremente Tonnen, die mit einem doppelten Boden versehen sind. Auf den oberen, durchlöcherten Boden kommt eine Schicht Pferdehaare, Gerberlohe u. s. w., in der Höhe von einigen Centimetern; darüber eine Schicht schwefelsaurer Magnesia und zuoberst noch eine mit Phosphorsäure getränkte Schicht einer filtrirenden Substanz. Beim Durchtreten durch das Filter gibt der Harn alles Ammoniak an die Phosphorsäure ab und fliesst geruchlos unten ab. Der zu hohe Preis der Phosphorsäure machte diese Art der Düngerbereitung nicht lohnend.

Immerhin muss man gestehen, dass die Abfuhrsysteme mit Tonneneinrichtung, sowohl in sanitärer als in öconomischer Beziehung wesentlich gewinnen würden, wenn es gelänge ein Mittel zu finden, welches erlaubte, die nutzbaren Stoffe, die ja auch gerade die hygienisch am meisten gefürchteten sind, durch eine entsprechende Filtervorrichtung in den Tonnen zurückzuhalten, während das reine Ablaufwasser den Sielen zugeleitet werden könnte.

Mischung der Excremente mit verschiedenen Substanzen, die denselben theilweise ihr Wasser entziehen und mehr oder weniger Geruchlosigkeit bedingen. Die meisten der hierzu angewendeten Methoden fallen mit den oben beschriebenen Kloseteinrichtungen zusammen. Sowohl vom sanitären, als auch vom finanziellen Standpunkt aus ist es wichtig zu wissen, dass durch die Beimischung von Strassenkehricht, Asche, Torf,

Erde u. s. w. zu den Excrementen, unter keinen Verhältnissen, wo es möglich ist auch den Harn in dieser Weise zu verwerthen, etwa die Hälfte des theoretischen Werthes der Fäcalmassen erzielt werden kann, dass aber in grösseren Städten, wo der Transport des Harns in die Düngerfabrik nicht möglich ist, der Werth des nur aus den festen Excrementen bereiteten Düngers viel zu gering wird, so dass der Verkauf des letzteren die Herstellungskosten nicht deckt.

In Lyon hat man sehr schlechte Erfahrungen gemacht mit einer Art der Poudrettebereitung, die darin bestand, dass man die Fäcalmassen erst mit Mutterlauge der Eisenvitriolfabriken, mit Manganlaugen, Kohle u. dgl. desodorisirte, sodann in grossen Behältern die festen Bestandtheile sich absetzen liess, dieselben mit kohlehaltiger Erde vermischte und schliesslich die Masse trocknete („noir animalisé).“[1]) Doch wurden nur die festen Excremente in dieser Art behandelt, während die flüssigen von der Fabrik selbst an die Landwirthe der Umgegend verkauft wurden, wodurch die Poudrette natürlich sehr an Werth verlor. Ueberhaupt gerieth das Geschäft der „Société génerale des engrais lyonnais“ bald ins Stocken, und die Gesellschaft musste schon 11 Monate nach Eröffnung ihrer Thätigkeit liquidiren, nachdem sie innerhalb kurzer Zeit in 25 anderen französischen Städten derartige Fabriken errichtet hatte.[2])

Für die Poudrettebereitung mit Kalk, nach dem Vorschlage Mosselmann's, wurde in den sechziger Jahren in Paris viel Reclame gemacht.[3]) Doch hat sich dieses „System“ längst als eine Speculation seines Urhebers herausgestellt, berechnet auf den grossen Verbrauch von Kalk. Die Abtritteinrichtung nach Mosselmann bestand aus 2 Tonnen, von denen die eine mit einem Diviseur zur Trennung der Fäces vom Harne versehen war, die zweite den abgeleiteten Harn aufnahm; hierbei war der Urin genöthigt eine Schicht gebrannten Kalkes, der sich in dieser Tonne befand, von unten nach oben zu passiren; der letztere wurde hierdurch gelöscht, theilweise in Kalkhydrat, theilweise durch die im Urin enthaltene Phosphorsäure in phosphorsauren Kalk verwandelt. Ist der Urin noch unzersetzt, so entsteht hierbei kein unangenehmer Geruch, da in diesem Falle der Stickstoff durch Bildung salpetersaurer Salze gebunden wird; enthält aber der Urin schon kohlensaures Ammoniak, so bildet sich Calciumcarbonat, das Ammoniak wird frei und verpestet die Luft. Ueberhaupt nimmt die Mischung der Excremente mit Kalk schon nach wenigen Tagen einen widerlichen Geruch an. Zur Bereitung des Düngers („chauf animalisé“) wird der vorläufig durch Urin gelöschte Kalk mit den festen Excrementen aus der Separirtonne gemischt. Hierbei verflüchtigt sich ein grosser Theil des Ammoniak und verpestet die Luft. Das Verfahren erfordert ungeheure Mengen von Kalk, worauf schon von Salviati und

---

1) Dinglers's polytechn. Journ. Bd. 113. S. 310. 1849.

2) Bürkli, a. a. O. S. 169 u. flgde.

3) Collecte et vidange de déjections humaines par les fosses mobiles du système diviseur. — Ferner: Note présentée au Prince Napoléon ... par la chaufournière de l'Ouest. 1864.

Roeder, Thorwirth und Anderen aufmerksam gemacht worden ist[1]; man würde nämlich für die Behandlung der festen und flüssigen Excremente eines Menschen im Tag mindestens 3.2 Kilo Kalk nöthig haben, wodurch unerhörte Kosten verursacht werden müssten. Ausserdem entsteht durch Beimischung so grosser Kalkmengen zu den Fäcalmassen ein schlechter Dünger, da in diesem Falle der Boden, im Verhältnisse zu den wirklichen Dungstoffen, viel zu viel Kalk erhält. Wirklich sind auch in keiner der Städte, in welchen Versuche mit diesem Verfahren gemacht wurden, zufriedenstellende Resultate erhalten worden.

Das Verfahren von Goux[2]) benutzt zur Poudrettebereitung städtische Abfälle, wie Asche, Strassenkehricht, Stroh u. dgl., mit denen die die Excremente aufnehmenden Gefässe ausgefüttert werden. In der Düngerfabrik kommen ausserdem noch Chemikalien (Eisenvitriol, Schwefelsäure) hinzu. Nach Lehfeldt[3]), welcher die Ausführung des Verfahrens in einem englischen Lager und in der Stadt Halifax gesehen hat, sollen die Abtritte wenig Geruch verbreiten, während dagegen die Räume der Düngerfabrik nicht frei von üblen Ausdünstungen gefunden wurden. Der Ertrag aus dem Poudretteverkauf soll den Selbstkostenpreis der Herstellung des Düngers übersteigen. Doch ist zu bemerken, dass das System in Rochdale, wo es neben den Aschenklosets gebräuchlich war, bald wieder verlassen wurde.

Präcipitation der werthvollen Dungstoffe. Die hierher gehörigen Verfahren wurden vorzugsweise zur Reinigung von Kloakenwasser empfohlen und angewendet, und sollen deshalb weiter unten besprochen werden.

Wir können diesen Abschnitt nicht besser schliessen als mit den Worten Rawlinson's[4]), welcher in seinem Reiseberichte sagt: „dass, soweit seine Untersuchungen gehen, keine Darstellung von Poudrette aus städtischem Unrath, sei es mit oder ohne Anwendung chemischer Mittel, die Kosten des Verfahrens aufgebracht hat, und dass ebenso wenig ein Fall der Commission bekannt geworden ist, in welchem ein auf die Excremente allein beschränktes Verfahren die Kosten der Ansammlung und Zubereitung durch den Verkauf des Düngers gedeckt hätte“.

---

1) Varrentrapp, a. a. O. S. 60.

2) Buchanan and Radcliffe, On the systems in use in various northern towns for dealing with excrements (Twelfth report of the medical officer of the privy Council for 1869. p. 116). — Siehe auch Reinigung und Entwässerung Berlins. Anhang I. S. 88.

2) Lehfeldt, Der gegenwärtige Stand der Abfuhr- und Kanalisationsfrage in Grossbritannien. S. 51 u. flgde. 1872.

3) Report of a Comitee appointed by the President of a Local Government Board to inquire into the several modes of treating town sewage (Rawlinson, Read, Smith) 1876. Angeführt durch Varrentrapp, Deutsch. Vierteljahrsschrift f. öffentl. Gesundheitspfl. X. S. 586. 1878. — Siehe auch Sander, a. a. O. S. 384. — Ferner: Deutsch. Vierteljahrsschr. f. öffentl. Gesundheitspfl. IX. S. 501.

VI.

Allgemeine Beleuchtung der Abfuhrsysteme.

Es wäre unrichtig zu fragen, in wie weit die soeben beschriebenen Methoden der Fäcalienabfuhr den im Eingange dieses Abschnittes angeführten sanitären Forderungen an ein einheitliches, zweckmässiges Städtereinigungssystem entsprechen. Alle diese Methoden betreffen ja nur die Entfernung der Excremente und lassen de facto alle anderen Schmutzwässer und Abfallstoffe unberücksichtigt, wenn auch die Urheber derselben meistentheils anerkennen, dass neben den Abfuhranlagen auch die Kanalisirung des Städtegrundes für die Beseitigung des Regen-, Küchen- und sonstigen Abwassers nothwendig sei.[1]) Es ist also hier nur zu erörtern, ob und inwieweit diese Abfuhrverfahren ihren eigentlichen Zweck — die den Regeln der Gesundheitslehre entsprechende Entfernung der Fäcalien aus der Nähe menschlicher Wohnungen — erreichen und ob sie, in Verbindung mit den zur Ableitung der Schmutzwässer und zur Drainirung des Baugrundes vorzunehmenden besonderen Maassregeln, ein die sanitären Interessen der Stadtbevölkerung wahrendes und zugleich das Budget der Städte nicht allzusehr belastendes System der Städtereinigung darstellen.

Wenn wir von den für städtische Verhältnisse überhaupt zu verwerfenden Abtrittgruben absehen, so muss zugegeben werden, dass alle Systeme, bei welchen die Fäcalien, ohne Trennung derselben, in feste und flüssige Stoffe, in wasserdichten Tonnen, mit regelmässiger Auswechslung und Abfuhr, aufgenommen werden, im Stande sind, den Städtegrund vor Imprägnation mit menschlichen Excrementen zu bewahren, insoweit nämlich die letzteren in den Häusern selbst entleert werden.[2]) Diese Beschränkung der wohlthätigen Wirkung geregelter Tonnenabfuhr muss betont werden, denn aller Urin, der nicht in die Tonnen, sondern in öffentliche Pissoirs, oder in Ermangelung derselben, in Strassenwinkel, auf seitab gelegene Plätze u. dgl. gelangt, kann auch durch das beste Abfuhrsystem nicht vom Eindringen in den Boden zurückgehalten werden. Dieser Umstand gewinnt umsomehr an Bedeutung, als nach den vorliegenden Erfahrungen die Menge dieses Urins eine sehr bedeutende ist. Nur wo

1) Siehe z. B. die von Mittermaier verfasste Heidelberger Denkschrift: Die Reinigung und Entwässerung der Stadt Heidelberg, nebst einem Anhange über die Wasserversorgung der Stadt. 1870.

2) Dasselbe gilt natürlich auch von der pneumatischen Anlage Liernur's.

neben der Tonnenabfuhr noch ein regelrecht gebautes Sielsystem besteht (z. B. Zürich), wo also kein Hinderniss für die Aufstellung zahlreicher Pissoirs mit Wasserspülung, wie sie dem Bedürfniss einer städtischen Bevölkerung entsprechen, existirt, da kann man wirklich darauf rechnen, dass der Städtegrund bestmöglichst von Fäcalmassen frei gehalten werde, — aber damit ist auch das Princip der Abfuhr schon gebrochen. Dass die gewöhnlichen alten Strassenkanäle, welche in unseren Abfuhrstädten die nicht in die Tonnen gelangenden Unreinigkeiten aufnehmen, kein Schutzmittel gegen die Imprägnation des Bodens mit fäulnissfähigen Substanzen bilden, wurde oben schon hinlänglich erörtert.

Was die Reinhaltung der Wohnungsluft anbelangt, so stellen jedenfalls die Tonnen- und Klosetsysteme dem alten Grubensystem gegenüber einen grossen Fortschritt dar. Durch die Einführung der Tonne oder des Klosets mit Desodorisationsanlagen wird die Masse der jeweilen in der Nähe der Wohnungen vorhandenen Excremente wesentlich vermindert, die ausdünstende Oberfläche wird verkleinert, die widerlichen, viereckigen, hölzernen Fallrohre werden durch wasserdichte, eiserne oder thönerne Röhren ersetzt und somit die Gefahr der Luftverunreinigung im Hause bedeutend verringert. Ganz beseitigt wird sie nur, wenn der Abtritt mit Wasserspülung versehen ist oder eine zweckmässige Ventilation besitzt, deren Einrichtung aber in ärmeren Häusern nicht immer möglich sein dürfte, da sie mit gewissen Kosten verbunden ist. Unter allen Umständen bleibt es eine schwache Seite aller Tonneneinrichtungen ohne Separation, dass die Fallröhren und Abtritttrichter in der Regel nicht in der Weise mit Wasser gespült werden können, wie es nöthig wäre, um die innere Fläche derselben rein von Fäcalstoffen zu erhalten.

Auch die Entlastung der Wasserläufe von Fäcalmassen — abgesehen von der Verunreinigung derselben durch andere Schmutzwässer — wird durch die Tonnenabfuhr nicht erreicht, wie dies am lebhaftesten das oben schon angeführte Beispiel der Stadt Graz beweist, wo die in den Fässern abgeführten Fäcalien grösstentheils der Mur übergeben werden. Aehnliches gilt von Paris: für Städte mit Trennungsvorrichtungen, wie Paris und Zürich, gibt es keinen anderen Weg für den Urin, als Ableitung in die Flüsse, wenn man nicht, nach dem Vorgange der Schwemmkanalisation, zur Berieselung schreiten will.

Ueberhaupt ist die Frage nach dem Verbleib der Fäcalmassen eine sehr schwache Seite der Tonnenabfuhr. Sie könnte zwar mit unverhältnissmässigem Geldaufwand wohl befriedigend gelöst werden,

wie dies durch die Poudrettefabrikation in Manchester und Rochdale bewiesen wird; allein ein System, das solche Ansprüche an das Budget der Bevölkerung macht, dürfte wohl nicht zu allgemeiner Anwendung zu empfehlen sein. Meistens zwingt die Höhe der Abfuhrkosten die Unternehmer, die Fäcalien in grösster Nähe der Städte abzulagern oder sich derselben auf irgend eine andere Weise zu entledigen, wobei die sanitären Interessen der Bevölkerung selten gehörig berücksichtigt werden.

Aus dem Gesagten geht hervor, dass die auf Abfuhr der Excremente hinzielenden Anlagen ihren eigentlichen Zweck — die Reinhaltung des Bodens, der Luft in Haus und Hof und der Wasserläufe — selbst bei mustergiltiger Construction der Tonnenabtritte und guter Organisation der Abfuhr keineswegs vollständig erreichen, und dass sogar die Erhaltung der Dungstoffe für die Landwirthschaft, die so oft als ein Hauptverdienst der Abfuhrmethoden hingestellt wird, nur äusserst mangelhaft erzielt wird. Dazu kommt noch, dass, wenn die Reinheit des Städtegrundes wenigstens einigermaassen gewahrt werden soll, der Wasserverbrauch in Haus und Hof auf das Allernothwendigste beschränkt werden muss, — ein Uebelstand, dessen Bedeutung vom sanitären Standpunkt aus jedenfalls nicht zu gering angeschlagen werden darf.

Die genannten Missstände könnten nun allerdings grösstentheils dadurch beseitigt werden, dass man mit geregelter Abfuhr der Excremente alle diejenigen Einrichtungen verbinden würde, welche als nothwendige Attribute eines vollkommenen Städtereinigungsystems erscheinen, wie dies z. B. das von Vogt projectirte „Separatsystem“ verlangt. Aber man würde hiermit zu einer Combination gelangen, die in unnöthiger Weise die städtischen Finanzen belasten müsste und desshalb nicht empfohlen werden kann, auch wenn sie in sanitärer Beziehung allen vernünftigen Forderungen gerecht würde. Nur wenn es keine andere Methode der Städtereinigung gäbe, welche die Principien der Gesundheitslehre mit geringeren Mitteln verwirklichen könnte, wäre die Ausführung eines solchen Doppelsystems gerechtfertigt.

VII.

Die Schwemmkanalisation.

Den oben genannten Anforderungen der Gesundheitslehre an ein zweckentsprechendes Städtereinigungssystem sucht man in neuerer Zeit vielfach durch ein einheitliches Sielsystem zu entsprechen, welches, ausser den menschlichen Fäcalien, auch das Regenwasser und alle Schmutzwässer aus Haus, Hof, Strasse und gewerblichen An-

lagen aufnimmt und zugleich die Drainirung der oberflächlichen Bodenschichten besorgt. Soll dieser Zweck erreicht werden, so sind von Seite der Gesundheitslehre an die technische Ausführung des Sielsystems zahlreiche Anforderungen zu stellen, die sich im Wesentlichen auf folgende Punkte beziehen:

a. Plan der gesammten Kanalanlage.
b. Material zum Bau der Kanäle und Röhren; Wasserdichtigkeit der letzteren.
c. Tieflage der Strassenkanäle; Drainirröhren.
d. Querprofil, Gefälle, Nothauslässe, Spülung.
e. Schlammkästen (Gullies) u. dgl.
f. Hausleitungen; Wasserklosets.
g. Ventilation; Kanalgase.
h. Verbleib der Kanalflüssigkeit (Ablauf in die Flüsse, Filtration, Reinigung durch chemische Mittel, Berieselung).

Bevor wir zur Besprechung dieser einzelnen Punkte übergehen, soll darauf aufmerksam gemacht werden, dass man bei der praktischen Durchführung der Kanalisation nothwendigerweise in jeder Stadt auf besondere Localverhältnisse in Bezug auf Terrain, physikalische und geognostische Bodenbeschaffenheit, Klima u. s. w. stösst, deren Kenntniss von grosser Wichtigkeit für den Plan der ganzen Anlage und für die Ausführung der technischen Details sein kann. Das Studium derselben macht gewisse Vorarbeiten nöthig, deren Unterlassung oder mangelhafte Ausführung sich bei einer Anlage, die so bedeutende finanzielle Opfer erheischt, wie ein richtig angelegtes Sielsystem, schwer rächen kann.[1]) Hierher gehören:

1. Untersuchungen des Bodens und Grundwassers.
2. Meteorologische Beobachtungen.
3. Wasserversorgung der Stadt.
4. Bebauung des Flächenareals der Stadt; Vertheilung der Bevölkerung auf die einzelnen Stadttheile.
5. Morbilitäts- und Mortalitätsverhältnisse.
6. Ergiebigkeit des Wasserlaufes, an dem die Stadt gelegen ist, und — im Falle der Verwendung des Kanalwassers zur Berieselung — Untersuchungen über die Boden- und Grundwasserverhältnisse der Rieselfelder.

---

1) In grossartigem Maassstabe sind solche Vorarbeiten während der Jahre 1863—69 in Berlin ausgeführt worden durch die sog. „städtische gemischte Deputation für die Untersuchung der auf die Kanalisation und Abfuhr bezüglichen Fragen". Alle von dieser Commission veranlassten Untersuchungen, sowie die Uebersetzungen zahlreicher Actenstücke aus England, die Städtereinigungsfrage betreffend, sind niedergelegt in einem aus 12 Heften bestehenden Werke: Reinigung und Entwässerung Berlins. — Sehr wichtig sind auch die in den Jahren 1876—80 erschienenen Berichte über die Verhandlungen und Arbeiten der vom Stadtrathe München niedergesetzten Commission für Wasserversorgung, Kanalisation und Abfuhr.

Terrain- und Bodenverhältnisse; Grundwasser. Da für die Ableitung des Wassers aus einer Stadt die Höhenverhältnisse der verschiedenen Stadttheile bestimmend sind, so muss der Aufstellung des Planes der Kanalanlage ein genaues Nivellement der Bodenoberfläche vorausgehen. Dasselbe kann sich auf den Normalpegelstand des nächstliegenden Wasserlaufs beziehen. Ebenso nothwendig ist die Kenntniss der physikalischen, geologischen und geognostischen Beschaffenheit der obersten Schicht des Städtegrundes, bis zur ersten für das Wasser undurchdringlichen Thonlage, auf welcher sich das Grundwasser ansammelt, denn in der Regel kommen die Siele in diese Schicht zu liegen. Es muss also durch Bohrungen eine je nach der Flächenausdehnung der Stadt verschiedene Anzahl von Bodenprofilen hergestellt werden, wodurch man auch in den Stand gesetzt wird, eine Reliefkarte des unterirdischen, wasserdichten Untergrundes der Stadt herzustellen. — In nördlich gelegenen Städten, wo der Boden monatelang auf drei bis vier Fuss Tiefe[1]) gefroren ist, sind Messungen der Bodentemperatur im Laufe des Winters, und zwar in verschiedener Tiefe, vorzunehmen, damit man wisse, wie tief Strassenröhren und Hausleitungen zu legen sind, wenn man das Gefrieren ihres Inhaltes verhindern will. Die Niveau- und Strömungsverhältnisse des Grundwassers müssen genau bekannt sein, wenn es sich um Drainirung des Städtegrundes handelt; man hat deshalb Stand und Schwankungen des Grundwassers sorgfältigen Beobachtungen zu unterwerfen, die an verschiedenen, je nach der Niveau- und Bodenbeschaffenheit auszuwählenden Stellen wenigstens während Jahresfrist auszuführen sind. Wichtig und interessant sind auch chemische Analysen des Bodens und des Grundwassers an verschiedenen Stellen der Stadt, — unter den Strassen, auf den Höfen, in der Nähe von Abtrittgruben u. s. w. Dieselben dienen dazu, den Grad der Durchtränkung des Bodens mit Zersetzungsproducten organischer Substanz zu erfahren. Sie müssen auch nach Einführung der Kanalisation von Zeit zu Zeit wiederholt werden, um den Einfluss der letzteren auf die Reinigung des Bodens zu controliren.

Meteorologische Beobachtungen. Eine genaue Kenntniss der Menge der atmosphärischen Niederschläge bildet die erste Grundlage für die Berechnung derjenigen Flüssigkeitsmengen, welche durch die Siele abgeführt werden sollen. Die gewöhnlichen meteorologischen Beobachtungen sind für den Zweck, der hier im Auge gehalten werden muss, ungenügend: es ist nöthig zu wissen, wie viel Regen unter Umständen in einer ganz kurzen Zeit, z. B. einer Stunde, fallen kann, denn die Sielanlage muss darauf eingerichtet sein, dass auch bei Platzregen von kurzer Dauer, aber grosser Heftigkeit, alles von den Strassen ablaufende Wasser durch die Siele abgeführt werden kann. Es müssen also zur Zeit starker Regengüsse stündliche Messungen der atmosphärischen Niederschläge vorgenommen werden. Ausserdem ist es nicht unwichtig, eine Uebersicht der Vertheilung des Regens über das ganze Städteareal zu haben, denn die Erfahrung lehrt, dass manchmal heftige Platzregen nur einzelne Theile

1) Die Tiefe, bis zu welcher der Boden in St. Petersburg gefriert, beträgt nach den Untersuchungen von Dr. Klimontowitsch (Inaug.-Diss.) 0.45 bis 1.0 Meter.

einer grossen Stadt treffen oder wenigstens nur auf ein beschränktes Gebiet in voller Stärke sich ergiessen, so dass Beobachtungen, die nur an einer Stelle gemacht werden, kein wahres Bild von der wirklich auf das Weichbild der ganzen Stadt in der gegebenen Zeit fallenden Regenmasse geben. — Auch die Vertheilung der Regenmengen auf die verschiedenen Jahreszeiten sollte bekannt sein, denn bei Bewirthschaftung der Rieselfelder muss auf die durch Regenwetter voraussichtlich veranlasste wechselnde Menge der Zuflüsse Rücksicht genommen werden.

Beobachtungen über die Verdunstungsgrösse haben für Berechnung der Querprofile der Siele einen untergeordneten Werth, da bei Platzregen die Quantität des den Sielen zuströmenden Wassers von der Verdunstungsgrösse nur höchst unbedeutend beeinflusst werden kann. Weit wichtiger ist es, zu wissen, welcher Procentsatz des niederfallenden Regens zur Versickerung gelangt: ausser von der physikalischen Beschaffenheit der obersten Bodenschicht, hängt diese Grösse von der Art der Bebauung des Städteareals ab (s. unten).

Die Messungen der Lufttemperatur, ihrer Maxima und Minima, können den Beobachtungen der meteorologischen Stationen entnommen werden.

Wasserversorgung. Da eine Stadt nicht eher kanalisirt werden sollte, als bis sie mit Wasserleitung versehen ist, weil nur dünnflüssige Substanz in die Siele gebracht werden darf, so sind alle die Wasserversorgung betreffenden Untersuchungen, sowie die Anlage der Wasserleitung selbst, in das Bereich der Vorarbeiten für die Kanalisation zu ziehen. Hierbei ist vom Standpunkte der Kanalisation aus von besonderer Wichtigkeit die Quantität des Wassers, welche einer Stadt zugeführt werden kann, da Mangel an Wasser in den Sielen zu wesentlichen Uebelständen Veranlassung geben muss. Die gegenwärtig im Interesse der Reinlichkeit in Haus, Hof und Strasse als nothwendig anerkannte Wassermenge von 150 Liter im Durchschnitt pro Kopf und Tag scheint auch zum Betriebe eines Schwemmkanalisationssystems vollkommen zu genügen.

Bebauung des Flächenareals; Vertheilung der Bevölkerung. Genaue Ermittelungen hierüber sind nöthig, um die Röhrenweiten für die einzelnen Strassen festzustellen. Man muss wissen, wie gross in jedem der einzelnen Entwässerungsgebiete die unbebaute Fläche (Gartenanlagen, leere Bauplätze u. dgl.) ist, welche den Kanälen kein oder nur wenig Regenwasser zuführt, und wie gross andererseits die Fläche der gepflasterten Höfe und Strassen und der Dächer ist, von welchen für schnelle Ableitung des Regenwassers Sorge getragen werden muss. — Ausser der Grösse des Entwässerungsgebietes sollte auch die Zahl der Bewohner desselben und ihre Vertheilung nach Strassen und Häusercarrées bekannt sein, wenn man in Bezug auf Bestimmung der Grösse der Zweigkanäle und Röhren mit der nöthigen Oeconomie verfahren will. Wenngleich hierbei überall auf eine weitere Bebauung und auf eine voraussichtliche Vermehrung der Einwohnerzahl die gebührende Rücksicht genommen werden muss, so wird es doch viel zur Ersparung von Kosten beitragen, wenn man die Grösse der Siele überall nach möglichst sicheren Unterlagen auf das wirklich zu übersehende Bedürfniss beschränkt.[1])

---

1) Wiebe, Genereller Entwurf eines Kanalisationssystems zur Reinigung und Entwässerung der ... Stadt Königsberg. S. 59. 1880.

Die Kenntniss der durchschnittlichen, sowie der minimalen Wassermenge des Flusses, an welchem die zu kanalisirende Stadt liegt, kann von grosser Wichtigkeit werden, wenn es sich darum handelt, ob der Kanalinhalt dem Flusse zugeleitet werden dürfe oder nicht. Der Stand des Grundwassers und die Richtung der Grundwasserströmung, sowie überhaupt die Drainageverhältnisse eines Terrains, welches zu Rieselanlagen benutzt werden soll, müssen vorläufigen Beobachtungen unterworfen werden, damit nicht für anliegende Ortschaften aus der Berieselung Uebelstände erwachsen, welche nachher nicht immer leicht zu beseitigen sind.

Morbilitäts- und Mortalitätsverhältnisse. Man hat sich sehr daran gewöhnt, die nackte Sterblichkeitsziffer eines Ortes als Maassstab für dessen Salubrität zu betrachten und hat bei einer derartigen Verwendung der Mortalität als Kriterium für sanitäre Zustände keine Rücksicht genommen auf Verschiedenheiten in den Local- und Wohnungsverhältnissen, auf die Beschäftigungsweise und zahlreiche andere Lebensumstände, welche direct oder indirect die Sterblichkeitsziffer beeinflussen können. Aus diesem Grunde haben die Angaben über Vermehrung oder Verminderung der Gesammtmortalität nach Durchführung gewisser sanitärer Maassregeln einen nur sehr bedingten Werth. Dennoch ist es nothwendig den sanitären Effect solcher Maassregeln durch die Bewegung der Bevölkerung controliren zu können. Hierzu ist aber eine auf das Zahlblättchensystem gegründete Mortalitätsstatistik unerlässlich, und, ausser dem Todestage und der Todesursache, bedürfen wir in Bezug auf jedes gestorbene Individuum genauer Angaben über Geschlecht, Alter, Beschäftigung, Strasse, Haus und Stockwerk, in welchem es gestorben ist. Nur wenn dies Alles bekannt ist, erfahren wir, ausser der Grösse der Sterblichkeitsziffer, auch den Charakter der Mortalität, gewinnen Anhaltspunkte zur Beurtheilung der sanitären Eigenschaften jeder einzelnen Strasse, jedes einzelnen Hauses u. s. w., und nur dann sind wir wirklich im Stande zu sagen, ob in gewissen Strassen, Häusern, Stadttheilen nach Durchführung von Sanitätswerken die Mortalität an gewissen Krankheiten (z. B. Abdominaltyphus, Cholera, Intermittens, Schwindsucht) abgenommen hat oder nicht. Noch weit besser als durch eine, wenn auch vervollkommnete, Mortalitätsstatistik, würden sich die Gesundheitsverhältnisse der Städte durch zuverlässiges Material über die Erkrankungshäufigkeit, d. h. eine gut organisirte Morbilitätsstatistik, controliren lassen. Dass eine möglichst genaue Kenntniss der Bevölkerungsgrösse und ihrer Schwankungen die Grundlage jeder Statistik über Mortalität und Morbilität bilden muss, versteht sich von selbst.

a. Der Plan der Sielanlage.

Das Schema eines Systems von Schwemmkanälen ist im Wesentlichen folgendes:

Die ganze Stadt ist von einem Netz unterirdischer Kanäle durchzogen, das sich vom Centrum nach der Peripherie hin, entsprechend der Masse der von ihm aufzunehmenden Flüssigkeit, teleskopenartig

erweitert. Das Kanalnetz hat die Form eines vielfach verästelten Baumes: an den Enden der feinsten Zweige hat man sich die Häuser mit den Wasserklosets, den Ausgussöffnungen in Küchen, Waschküchen, Badestuben, gewerblichen Anlagen u. s. w. zu denken, der Stamm entspricht dem Sammelkanal, in welchen die grösseren Strassenkanäle einmünden; die Häuser stehen mit den Strassenröhren und Kanälen durch sog. Hausleitungen in Verbindung, in welche gewöhnlich auch die Regenröhren einmünden. Die Strassen besitzen, je nach ihrer Breite, entweder nur einen Kanal, in der Mitte, oder aber zwei Kanäle, die zu beiden Seiten längs der Trottoire angelegt sind. Das Strassenwasser fliesst den Kanälen durch besondere Oeffnungen zu, die mit Vorrichtungen zur Abhaltung des Schlamms (Schlammkasten, Gullies) versehen sind. Um das Ausströmen der Sielluft in die Häuser zu verhindern, sind an verschiedenen Stellen der Hausleitungen sog. Wasserverschlüsse von mannigfaltiger Form angebracht.

Bei den Sielanlagen aus früherer Zeit waren sehr oft keine eigentlichen Sammelkanäle (Collectoren) vorhanden, welche die Kloakenflüssigkeit der ganzen Stadt in sich aufgenommen hätten; meistentheils liefen die einzelnen Strassensiele direct den die Städte durchziehenden Wasserläufen zu. Als Beispiel eines Sammelkanals aus dem vorigen Jahrhundert ist der Bach von Ménilmontant in Paris zu nennen, der schon seit dem 15. Jahrh. einen grossen Theil der Kloakenflüssigkeit der Stadt der Seine zuführte und im Jahre 1750 überwölbt wurde.[1]) Aber auch die im Ganzen zweckmässig ausgeführten Sielanlagen der neueren Zeit entbehrten anfangs der Collectoren, welche die Kloakenflüssigkeit definitiv aus der Stadt entfernt hätten; gewöhnlich hatten die Kanäle, dem Laufe der Strassen und dem natürlichen Gefälle folgend, die Richtung perpendiculär auf den Fluss, welcher die betreffende Stadt durchströmt. Da in Folge dessen der Sielinhalt noch innerhalb der Städte den Flüssen zulief, so war die hierdurch entstehende Verunreinigung der letzteren mit grossen Uebelständen für die Stadtbevölkerung verbunden. Als Beispiel hierfür mag London gelten, wo bekanntlich im Sommer 1855 wegen des üblen Geruchs, den die mit Sielinhalt verunreinigte Themse verbreitete, die Parlamentssitzung aufgehoben werden musste.[2]) Diesem Uebel half man, nach dem Vorschlage Bazalgette's, durch den Bau der sog. Abfangskanäle (intercepting sewers) ab; dieselben stellen Sammelkanäle dar, welche, meist parallel zum Flusse ver-

1) Note du directeur des travaux de Paris etc., art. égouts. p. 43.

2) Siehe hierüber die Schilderung von Durand-Claye bei Fonssagrives, Hygiène et assainissement des villes. p. 233.

laufend, die Strassenkanäle rechtwinklig durchschneiden, den Inhalt derselben aufnehmen und erst weit unterhalb der Stadt denselben dem Flusse übergeben. Nach diesem Princip wurden dann allgemein die neueren Kanalisationsanlagen in England ausgeführt, und dasselbe stellt zweifellos einen wesentlichen Fortschritt den früheren Zuständen gegenüber dar. Noch weiter vervollkommnet wurde die Anlage der Schwemmkanäle durch Hobrecht, welcher zu Ende der sechziger Jahre, bei Projectirung der Kanalisation Berlins, vorschlug, die Stadt in mehrere Entwässerungsgebiete zu zerlegen und jedes einzelne derselben mit einem unabhängigen Kanalsystem, dessen Mündung in der Peripherie des betreffenden Stadttheiles liegen sollte, zu versehen.[1] Da hierbei die Kanäle radial vom Centrum nach der Peripherie verlaufen, so wurde diese Art der Kanalanlage von Hobrecht „Radialsystem“ genannt.

Ein Vergleich des „Radialsystems“ mit dem System der „intercepting sewers“ ergibt folgende wesentliche Unterschiede zwischen beiden:

Bei dem System der intercepting sewers ist es eine natürliche Folge der Anlage, dass die obersten Enden der Kanäle und Röhren, wo die letzteren das geringste Querprofil haben, sich in der Peripherie der Stadt befinden, während die Hauptkanäle im Centrum derselben liegen. Da nun das Wachsthum der Städte nicht im Centrum erfolgt, sondern an der Peripherie, so muss beim System der intercepting sewers die ganze Anlage so planirt werden, dass sie auch bei sehr bedeutender Ausdehnung der Stadt immer noch genügt. Um hierbei einen Anhaltspunkt für die Berechnung der nothwendigen Grösse der Kanäle zu haben, muss man durch statistische Erhebungen zu ermitteln versuchen, wie gross der Zuwachs der Stadtbevölkerung unter möglichst günstigen Bedingungen in einer längeren Reihe von Jahren (mehrere Decennien) sich voraussichtlich gestalten wird. Es ist nun klar, dass man sich in solchen Berechnungen ungemein täuschen kann, da oft ein unvorhergesehener Zufall aussergewöhnlich rasches Wachsthum einer Stadt bedingt, die bisher ziemlich regelmässig und langsam zugenommen hatte. Aber auch wenn man bei dieser Berechnung der Wahrheit ziemlich nahe kommt, so muss doch die auf einen bestimmten Zuwachs der Bevölkerung berechnete Anlage für die wirklich existirende Menge der Einwohner in allen Theilen viel zu gross sein, und zwar bleibt sie zu gross, bis die Zeit eintritt, wo die Bevölkerungszahl die erwartete Höhe erreicht. Dieser Umstand ist schon aus dem Grunde fatal, weil mit der Grösse der Siele auch die Baukosten wachsen. Aber ausserdem besteht eine gewisse Relation zwischen der Grösse der Kanäle und Röhren, der Menge ihres Inhaltes und der Strömungsgeschwindigkeit des letzteren in dem Sinne, dass die Geschwindigkeit bei einer gewissen Füllung am grössten ist, während jede Störung dieses Verhältnisses dem raschen Abflusse des Sielinhaltes ungünstig ist.

---

1) Die Kanalisation von Städten. Deutsch. Vierteljahrsschr. f. öffentl. Gesundheitspflege. I. S. 223. 1869.

Schliesslich ist zu erwähnen, dass, nachdem einmal der erwartete Zuwachs der Bevölkerung erreicht oder überschritten ist, das Kanalsystem für das vorhandene Bedürfniss zu klein zu werden beginnt. Aus dieser Lage ist es dann schwer einen Ausweg zu finden, weil die obersten, engsten Theile der Siele sich gerade da befinden, wo das Wachsthum der Stadt vorschreitet — an der Peripherie. Es ist also ein Anschluss neuer Stadttheile an das alte Kanalsystem überhaupt nicht mehr möglich, oder kann nur dadurch erreicht werden, dass man den Hauptkanal vergrössert und die Kloakenflüssigkeit der neueren Stadttheile durch besondere Leitungen demselben direct zuführt.

Ganz anders gestalten sich die Verhältnisse, wenn die obersten engsten Enden des Kanal- und Röhrennetzes im Mittelpunkt der Stadt beginnen, wo eine erkleckliche Vermehrung der Bevölkerung unmöglich ist. Hier ergibt sich der grosse Vortheil, dass die radial vom Centrum zur Peripherie verlaufenden Kanäle einem bestimmten, sich nicht mehr ändernden Bedürfnisse entsprechend gebaut werden. Wenn sich die Stadt ausdehnt, so können die Entwässerungskanäle der neuentstandenen Strassen und Stadttheile einfach mit den schon bestehenden Collectoren verbunden werden, während das Sielsystem der alten Stadttheile unberührt bleibt. Beim Bau der Sammelkanäle muss man natürlich auch hier das wachsende Bedürfniss im Auge haben; sollte ein wider Erwarten rasches Wachsthum der Stadt eintreten, so würden doch auch im schlimmsten Falle nur die unteren Theile der Sammelkanäle eines Umbaues bedürfen.

Aber das Radialsystem hat noch andere wichtige Vorzüge vor dem System der intercepting sewers. Führt man, wie dies beim letzteren der Fall ist, die Hauptkanäle durch das Centrum der Stadt, so dass dieselben, wenn man sich das Areal der Stadt als Kreisfläche vorstellt, einem Durchmesser dieses Kreises gleichkommen, so werden sie begreiflicherweise länger werden als die Hauptkanäle des Radialsystems, die nur einem Radius des betreffenden Kreises gleichkommen. Daraus folgt aber, dass bei der Anlage mit intercepting sewers das untere Ende dieser Kanäle, im Interesse der Herstellung des nöthigen Gefälles, sehr tief in die Erde gelegt werden muss, was die Kosten der Anlage bedeutend vergrössert. Sodann ist es, bei Zerlegung der Stadt in mehrere selbstständige Entwässerungsgebiete, viel leichter, die gegebenen Terrainverhältnisse und das natürliche Gefäll der Oberfläche auszubeuten, als wenn für die ganze Stadt ein in sich zusammenhängendes Sielsystem projectirt wird. Dazu kommt, dass es bei sehr grossen Städten oft äusserst schwierig oder sogar unmöglich sein dürfte, in einer einzigen Richtung und nicht allzu grosser Entfernung von der Stadt die nöthige Menge Landes zur Berieselung zu finden, während dies beim Radialsystem, wo das Kloakenwasser in verschiedenen Richtungen aus der Stadt geleitet wird und desshalb die einzelnen Rieselfelder weit geringere Dimensionen haben können, viel leichter sein wird. Schliesslich hat die Decentralisation der Sielanlage noch den Vortheil, dass hierbei, je nach den vorhandenen Bedürfnissen und Geldmitteln, ein Stadttheil nach dem anderen entwässert werden kann, während beim System der intercepting sewers auf einmal die Sielanlage für die ganze Stadt oder wenigstens für alle an ein- und demselben Flussufer gelegenen Theile derselben projectirt werden muss.

Mit dem Gesagten soll durchaus nicht behauptet werden, dass in Zukunft die Kanalisation der Städte immer nach dem Radialsystem anzulegen sei. Der Plan der Sielanlage wird unter allen Umständen von der Grösse der Stadt selbst und von den gegebenen Terrainverhältnissen abhängen: für flachgelegene, grössere Städte wird sich das Princip des Radialsystems vortheilhaft zur Geltung bringen lassen; ist die Bodenoberfläche innerhalb der Stadt terassenförmig gestaltet, oder liegt die Stadt in einem Thalkessel und an den Halden der umliegenden Höhenzüge, so wird es sich empfehlen die Sielanlage den verschiedenen Höhenzonen entsprechend zu differenziren und jeder Höhenzone ein Kanalsystem zu geben, das unabhängig von demjenigen der übrigen Zonen functionirt, wie dies in Frankfurt a. M. schon ausgeführt (Berg- und Thalsystem), für viele andere Städte (München, Stuttgart, Basel, Wien, Königsberg) projectirt ist. Hierbei wird es in der Regel sich nicht empfehlen, das Kanalwasser aus den höher gelegenen Stadttheilen den Collectoren der tieferliegenden Zonen zuzuführen, da man sonst in den Fall kommen könnte, die Flüssigkeit behufs der Berieselung hochgelegener Aecker wieder künstlich heben zu müssen.[1])

b. Material der Kanäle und Röhren; Wasserdichtigkeit der Siele.

Die Strassenleitungen des Schwemmkanalisationssystems bestehen, je nach ihrem Durchmesser, aus gemauerten Kanälen oder aus Röhren. Im Interesse der Billigkeit ist eine möglichst ausgedehnte Anwendung der Röhren wünschenswerth, doch sind derselben aus technischen Gründen gewisse Grenzen gesetzt, die nicht wohl überschritten werden dürfen, wenn die Anlage den wünschenswerthen Grad von Dauerhaftigkeit erhalten soll.

In Berlin hat man früher Röhren bis zu 0.63 Meter Durchmesser gelegt, später schritt man bei Leitungen, die mehr als 0.50 Meter Durchmesser erhalten sollten, zum Bau gemauerter Kanäle.[2]) In Frankfurt a. M. ist man noch weiter gegangen und hat schon bei Strassenleitungen von mehr als 0.4 Meter Durchmesser die Anwendung gemauerter Kanäle den

---

1) Siehe die Decentralisationsvorschläge bei Göttisheim, Die Kanalisation in Basel. Deutsch. Vierteljahrsschr. f. öffentl. Gesundheitspflege. V. S. 523. 1873. — Avigdor, Das Wohlsein der Menschen in Grossstädten. S. 166. 1874. — Gordon, Erläuterungsber. zu dem Dispositionsplane über die Anlagen von Spülkanälen in . . . Stuttg. 1874. Bespr. v. Varrentrapp, Deutsch. Vierteljahrsschr. f. öffentl. Gesundheitspflege. VII. S. 437. 1875. — Wiebe, Genereller Entwurf eines Kanalisationssystems . . . der Stadt Königsberg. S. 8. 1880.

2) Berichte der Münchener Commission. Beil. VII z. III. Ber. S. 39.

Röhren vorgezogen.[1]) Breslau hat gemauerte Kanäle bis zu einem minimalen Durchmesser von 0.47 Meter.[2]) Dementsprechend ist das Verhältniss der Längen der gemauerten Kanäle zu jenen der Röhrenkanäle in den kanalisirten deutschen Städten sehr verschieden[3]): in Berlin (Radialsystem III) ist es gleich 1 : 7; in Danzig gleich 1 : 9; in Breslau gleich 1 : 2; in Frankfurt a. M. gleich 4.9 : 1; für München projectirt gleich 2.33 : 1.

Zur Anlage der Röhrenkanäle werden meist hartgebrannte und inwendig glasirte Thonröhren oder aber eigentliche Steinzeugröhren verwendet. Dieselben haben eine sehr glatte Oberfläche und widerstehen sowohl den zerstörenden Einflüssen von Seite des Kanalwassers, als auch dem Druck der Erde von aussen. In Ermangelung geeigneten Thones ist man genöthigt die Röhren aus Béton herzustellen; bei gehöriger Sorgfalt kann die innere Oberfläche solcher Röhren vollkommen glatt gemacht werden.[4]) Berlin, Danzig und Breslau haben Thonröhren; Frankfurt a. M. hat Steinzeugröhren; Zürich dagegen besitzt Röhrenkanäle aus Béton. — Eisenrohre haben zwar eine grössere Bruchfestigkeit als Thonrohre, sind aber theurer, werden durch die Kanalwässer angegriffen und verlieren, trotz Asphaltirung, bald ihre glatte Oberfläche, wodurch der rasche Abfluss des Inhaltes merklich verzögert wird. Zur Dichtung der Verbindungsstellen der Rohre werden gewöhnlich getheerte Hanfstricke und Thon benutzt.

Das zur Erbauung gemauerter Kanäle verwendete Material besteht meist aus Backsteinen. Da hierbei die zahlreichen Fugen viele Unebenheiten bilden, so müssen sie mit Cement sorgfältig ausgestrichen werden. Die neuen Londoner Kanäle bestehen aus hart gebrannten Backsteinen mit Fugenverstrich aus Portlandcement; in Berlin sind dieselben Materialien in Anwendung gekommen; Frankfurt a. M., Danzig, Breslau besitzen ebenfalls Backsteinkanäle in Portlandcement. Hat man nur Bruchsteine, die eine ziemlich rauhe Oberfläche besitzen, zur Verfügung, so genügt ein Fugenverstrich nicht, sondern es muss die ganze innere Oberfläche der Kanäle mit Cement verputzt werden.

Vom hygienischen Standpunkt aus verdient am meisten Beachtung die Kanalsohle, die unter gewöhnlichen Verhältnissen allein von der Kanalflüssigkeit benetzt wird, während die höher gelegenen Theile der Seitenwände nur bei erheblicheren Regengüssen mit dem Kanalinhalte in Berührung kommen. Das Sohlstück muss also unter allen Umständen aus absolut wasserdichtem Material hergestellt werden. Zur Vermeidung der zahlreichen Fugen, welche das Backsteinwerk bietet, hat man die Sohlstücke zuweilen aus hartem Sandstein (Frankfurt a. M.), oder aus Granit (Breslau) ausgemeisselt; auch Sohlstücke aus Steingut, Béton, Klinkersteinen u. s. w. sind zur Anwen-

1) Berichte der Münchener Commission. Beil. VII. z. III. Ber. S. 3.

2) Ebenda S. 59.

3) Ebenda IV. S. 107.

4) Bürkli, a. a. O. S. 205.

dung gekommen. Vielfach empfohlen werden in neuerer Zeit die in Berlin benutzten sog. „blocks“: es sind dies Mauerkörper aus Ziegeln und Cement geformt, etwa 1 Meter lang, 1/2 Meter breit, unten flach, oben ausgerundet, welche auf den Grund gelegt werden und über denen die 1/2 Stein starke Kanalsohle in Form eines umgekehrten Gewölbes gemauert wird. Diese Construction empfiehlt sich namentlich für Kanäle, die in Grundwasser ausgeführt werden müssen; sie ist den kostspieligeren Steingutsohlstücken vorzuziehen.[1])

Der Grad der Wasserdichtigkeit der Siele ist vielfach zum Gegenstand lebhafter Debatten geworden, indem die Gegner der Schwemmkanalisation behaupteten, die gemauerten Kanäle gestatteten eine nicht unbedeutende Imprägnirung des Erdreiches mit Kloakenflüssigkeit. Der hierüber entstandene Streit zeichnet sich dadurch aus, dass die streitenden Parteien sich weniger auf Thatsachen stützten als auf aprioristische Anschauungen, die begreiflicherweise in den meisten Fällen eine sehr subjective Färbung erhielten. Ausserdem wurde die quantitative Seite der Frage, das Mehr oder Minder der Bodenverunreinigung durch das aus den Sielen nach aussen sickernde Kanalwasser, vollkommen ausser Acht gelassen. Thatsächlich liegt folgendes Material zur Entscheidung dieser Frage vor:

Die technische Commission des Altonaer Industrievereins[2]) fand den unter der Sohle eines 10 Jahre alten Sieles hervorgehobenen Sand weiss, feucht und geruchlos; derselbe enthielt nicht mehr organische Substanz als Sand, welcher oberhalb des Sieles entnommen worden war.

Im Jahre 1868 liess eine durch den Stadtmagistrat von München gewählte Commission[3]) an verschiedenen Punkten der Stadt das Erdreich unter der Sohle gemauerter Siele ausgraben, um zu untersuchen, ob nicht etwa aus den Kanälen Wasser in das umgebende Erdreich sickere und dasselbe dadurch mit organischen Substanzen verunreinigt werde. Hierbei ergab sich an allen Punkten ein sichtbares, mehr oder weniger bedeutendes Durchschwitzen oder sogar Durchsickern von Flüssigkeit durch die Kanalwand; durch das an einer Stelle abträufelnde Wasser wurde innerhalb 15 Minuten eine Flasche von 750 Ccm. Inhalt gefüllt; das durchsickernde Wasser war trübe, von schwach alkalischer Reaction, und hinterliess beim Eindampfen einen bräunlichgelben Rückstand; das den Kanal umgebende Erdreich war feucht und von eigenthümlichem Geruche; beim Trocknen des vom gröberen Gerölle abgeschlemmten feinen Schlammes entwickelte sich ein ekliger, fauliger Geruch; der Stickstoffgehalt des

---

1) Ueber die Construction der Sohlstücke siehe: Berichte der Münchener Commission. III. S. 37 und 45; ferner IV. S. 107. — Kaftan, a. a. O. S. 111 u. flgde. — Wiebe, a. a. O. S. 35.

2) Angeführt bei Varrentrapp a. a. O. S. 133 u. flgde.

3) Pettenkofer, Das Kanal- oder Sielsystem in München. S. 18 u. flgde., S. 73 u. flgde.

Schlammes, im Vergleich zum Stickstoffgehalte des Kieses aus nicht kanalisirten Strassen und Kiesgruben, war nach den Analysen Feichtinger's folgender:

Dachauerstrasse (kanalisirt) . .	6.92	Grm.	auf	1	Cub.-Fuss
Schellingstrasse „ . .	5.01	„	„	1	„ „
Mittererstrasse „ . .	13.35	„	„	1	„ „
Adalbertstrasse (nicht kanalisirt).	0.63	„	„	1	„ „
Kiesgrube I	1.787	„	„	1	„ „
„ II	0.897	„	„	1	„ „
„ III	0.257	„	„	1	„ „

Sechs Jahre später wurden durch eine neue Commission abermals Ausgrabungen des Bodens unter den Münchener Sielen vorgenommen, und zwar theilweise an den früher schon untersuchten Stellen. Der Befund war wesentlich verschieden von dem im Jahre 1868 gewonnenen[1]): weder an den alten noch an den neueren Kanälen war ein Durchschwitzen ihres Inhaltes bemerkbar, — die Sielmauer war trocken oder feucht, je nach dem Feuchtigkeitsgrade des sie umgebenden Erdreiches und der Entfernung vom Niveau des Grundwassers. Nirgends an der Sielmauer fand man eine klebrige Ausschwitzung oder Auflagerung; mit einer einzigen Ausnahme war der dem Siele anliegende Boden geruchlos.

Der schon durch die Besichtigung der Ausgrabungsstellen gewonnene Eindruck, dass dem früheren Verhalten der Siele gegenüber eine entschiedene Besserung vorliege, wurde durch die chemische Analyse bestätigt; die folgenden Zahlen geben den Befund in 1 Cub.-Meter Erde in Kilogr. an:

	In kaltem Wasser lösl. org. Substanzen	In kaltem Wasser unlösl. org. Substanzen	Stickstoff im unlöslichen Schlamme
Siele 1868	0.088	6.188	0.341
Siele 1874	0.077	3.476	0.090
Adalbertstrasse	0.013	0.554	0.025
Physiologisches Institut . .	0.052	1.504	0.014

Offenbar haben sich die Poren der als Filter wirkenden Kanalwände im Laufe der sechs Jahre bedeutend verstopft, was ja mit den Vorgängen in Filtern überhaupt in keinem Widerspruche steht.[2]) Nicht ohne Interesse ist auch der Vergleich der Durchlässigkeit von Kanälen, welche verschiedenen Bauperioden angehören. Wolffhügel verglich die vor 1867

1) Wolffhügel, Ueber die Verunreinigung des Bodens durch Strassenkanäle u. s. w. Zeitschr. f. Biol. XI. 1875.

2) Es wäre möglich, dass, ausser der Verstopfung der Poren der filtrirenden Substanz durch suspendirte Partikelchen des Kanalinhaltes, die geringere Durchlässigkeit der Wandungen alter Kanäle, theilweise auch durch die sog. „Sielhaut“ bedingt wird, — einen schwarzgrauen, geruchlosen, oft mehrere Linien dicken Belag, welcher der inneren Oberfläche alter Kanäle anhaftet und nach den Untersuchungen von Prof. De Bary aus Algen und Pilzen besteht.

angelegten Siele mit den nach diesem Jahre gebauten, da die Sohle der ersteren aus einfachen Backsteinen, diejenige der letzteren dagegen aus hartem Klinker gemacht ist; die folgenden Zahlen bedeuten wiederum Kilogr. in 1 Cub.-Meter.

	In kaltem Wasser löslich				In kaltem Wasser unlösl.	
	Gesammtmenge	Organische Substanzen	Chlor	Salpetersäure	Glühverlust	Stickstoff
Vor 1867	0.227	0.096	0.028	0.029	3.406	0.073
Seit 1867	0.209	0.090	0.015	0.010	3.316	0.040

Wolffhügel glaubt sich berechtigt auf Grund dieser Analysen zu schliessen, dass die jüngeren Kanäle für ihr Alter eine grössere Dichtigkeit zeigen als die im Jahre 1868 untersuchten Siele, und es ist ihm nicht unwahrscheinlich, dass die Anwendung des impermeablen Klinkers zum Sielsohlenbau an dieser Besserung der Verhältnisse einen wesentlichen Antheil habe.

Zur Beurtheilung der Bodenverunreinigung durch Siele vom quantitativen Standpunkte aus, ist der Vergleich derselben mit der durch gut gemauerte Abtrittgruben verursachten Imprägnation des Bodens von grossem Interesse. Die in dieser Richtung von Wolffhügel untersuchten Bodenproben gaben folgende Resultate:

	In kaltem Wasser löslich				In kalt. Wasser unlösl.	
	Gesammtmenge	Org. Substanzen	Chlor	Salpetersäure	Glühverlust	Stickstoff
Mittel von 9 Sielen	0.217	0.093	0.021	0.018	3.356	0.055
Mittel von 6 Abtrittgruben .	0.603	1.257	0.110	0.019	5.461	0.060
Boden beim physiol. Institut .	0.211	0.118	0.010	0.012	1.504	0.014

Den Abtrittgruben gegenüber bewirken also die hier in Frage kommenden Siele eine relativ geringfügige Bodenverunreinigung, wenn auch von einer absoluten Wasserdichtigkeit dieser Siele keine Rede ist.[1])

Ein gewisser Grad von Durchlässigkeit der Sielwandungen geht

1) Die absolute Grösse der Bodenverunreinigung bei Sielanlagen wird noch dadurch vermindert, dass die Filterfläche, welche die Siele darbieten, kleiner ist als die von den Wandungen der Abtrittgruben gebildete. Für München berechnet sich dieses Verhältniss nach Wolffhügel auf 2.59 : 3.34. Dazu kommt noch, dass die wirklich vom Kloakeninhalte berührte Oberfläche bei Sielen nur einen geringen Theil der inneren Sielwandung ausmacht und zwar den am allerwenigsten durchlässigen — die Sielsohle.

auch daraus hervor, dass man an Sielen, die theilweise unter dem Niveau des Grundwassers liegen, thatsächlich das Eindringen des Wassers ins Innere der Siele constatirt hat (Danzig, Breslau[1]); dagegen ist das vielfach beobachtete und als regelmässige Erscheinung betrachtete Sinken des Grundwasserniveaus nach Ausführung der Kanalisation offenbar nur zum geringsten Theile dem Durchsickern des Wassers durch die Sielwandungen zuzuschreiben, sondern muss eher dadurch erklärt werden, dass sich das Grundwasser in der relativ lockeren Auffüllung der Baugrube äusserlich längs der Siele hinzieht. Uebrigens ist das Eindringen von Grundwasser in gemauerte Kanäle, die vom letzteren umspült sind, noch kein Beweis für ein entsprechendes Austreten von Kanalflüssigkeit: die physikalischen Bedingungen (Ausdehnung der vom Kanalwasser einerseits und vom Grundwasser andererseits bespülten Filterfläche, der hydrostatische Druck des Grundwassers, die Erschwerung der Diffusion des Kanalwassers durch die Wandung, in Folge der bedeutenden Strömungsgeschwindigkeit des Sielinhaltes) sind nämlich dem Durchschwitzen von Grundwasser ins Innere der Kanäle weit günstiger als einer entgegengesetzten Bewegung des Kanalwassers.

Schliesslich ist noch zu erwähnen, dass seit Herstellung derjenigen Kanäle, auf welche sich die oben angeführten Untersuchungen beziehen, die Technik des Sielbaus nicht unwesentliche Fortschritte gemacht hat, so dass gegenwärtig von namhaften Technikern behauptet wird, es sei vollkommen möglich, gemauerte Kanäle wasserdicht herzustellen. In der That scheint sich dieser Ausspruch an dem Berliner Kanalnetz zu bewahrheiten: obgleich dasselbe sich durchgehends unter Grundwasserniveau befindet, so wird doch in den kanalisirten Stadttheilen eine Senkung des letzteren in Abrede gestellt und das Sielnetz als absolut undurchlässig bezeichnet. Die Münchener Commission fand in einem neuen Kanal des dem Betriebe noch nicht übergebenen Radialsystems IV die Sohle fast vollständig trocken.[2])

Aus dem Angeführten darf der Schluss gezogen werden, dass die aus früheren Zeiten herstammenden Siele weniger wasserdicht waren als die in neuester Zeit angelegten, und dass, wenn auch gegenwärtig eine absolute Wasserdichtigkeit des Sielnetzes in seiner ganzen Ausdehnung kaum zu erwarten ist, doch die Menge des durchschwitzenden Kanalwassers eine äusserst geringe und vom sanitären Standpunkte aus durchaus keine Bedenken erregende ist.

---

1) Siehe hierüber die Ber. d. Münch. Commiss. Beil. VII z. III. Ber. S. 53 u. 60.
2) Ebenda II. Ber. S. 179.

Die von einzelnen Seiten (z. B. im Münchener Architecten- und Ingenieurvereine) ausgesprochene Befürchtung, es möchten durch Terrainverschiebungen Risse in den Kanälen vorkommen, hat sich, so viel bekannt, bis jetzt als durchaus unbegründet erwiesen. Auch der Anschluss der Seitenleitungen aus den Anwesen, der gewöhnlich als wunder Fleck eines Sielsystems bezeichnet wird, kann, wie das Beispiel von Frankfurt a. M. zeigt, vollkommen dicht hergestellt werden und gibt zu keinen Befürchtungen in Bezug auf Austritt der Jauche ins umliegende Erdreich Veranlassung.

c. Tieflage der Siele; Drainage des Baugrundes.

Die Tiefe, bis zu welcher die Sielsohle in die Erde verlegt werden muss, hängt theilweise von der Nothwendigkeit ab, den Sielen ein gewisses Gefälle zu geben, theilweise wird sie durch das Verlangen nach möglichst vollkommener Drainirung des Städtegrundes bedingt. Bürkli und Varrentrapp haben den Grundsatz aufgestellt, es müssten die Strassensiele so tief liegen, dass das Schmutzwasser aus allen Kellergeschossen in sie abgeleitet werden könne; in der That ist Frankfurt a. M. bei seiner Kanalisationsanlage diesem Grundsatze gefolgt, und die Tiefe der Kanäle unter der Strassenoberfläche variirt daselbst zwischen 3—10 Meter. Wenn man nun auch vielleicht mit dem Verlangen, dass alle Keller ohne Ausnahme die Möglichkeit bekommen sollten in die Strassensiele zu entwässern, etwas zu weit geht, da es sich nicht lohnt einiger besonders tief gelegener Keller wegen die Kosten der Sielanlage durch aussergewöhnliche Tieflegung der Siele unverhältnissmässig zu vergrössern, so ist es doch im Allgemeinen als wünschenswerth zu betrachten, dass die Grundmauern der Häuser dem Bereiche der Schwankungen des Grundwassers entzogen werden. Namentlich muss aber die Nothwendigkeit einer Regulirung der Durchfeuchtungsverhältnisse der oberen Bodenschichten betont werden, denn ungehinderter und möglichst rascher Abfluss der in den Boden eindringenden atmosphärischen Niederschläge, Beseitigung jeder Stagnation von Flüssigkeit im Bereiche der Grundmauern der Häuser und des unmittelbaren Untergrundes der Strassen, sind ja wesentliche Forderungen, welche die Hygiene an das Sielnetz stellt. Es handelt sich also um eine wirkliche Drainage des Städtegrundes, aber in bestimmten, mässigen Grenzen: es ist nicht möglich das Grundwasser zu beseitigen; es kann sogar, wie das Beispiel von Berlin zeigt, der mittlere Grundwasserstand nach wie vor der Kanalisation derselbe bleiben oder sich wenig ändern, und doch können die Drainageverhältnisse der über dem Grundwasser gelegenen Bodenschichten wesentlich günstigere

werden. In Städten, in denen das Grundwasser im Allgemeinen hoch steht, kommt naturgemäss der grösste Theil der Strassensiele in eine vom Grundwasser durchtränkte Erdschicht zu liegen: in Berlin, wo vielerorts das Grundwasser bis auf 1 Meter unter die Strassenoberfläche herantritt[1]), liegen die Siele in einer Tiefe von 1.5 bis 6.5 Meter unter Terrain und befinden sich grossentheils unter Grundwasserniveau.[2]) In Danzig bewegt sich die Tiefe der Siele unter Terrain zwischen 2.2 und 6.3 Meter.

Man hat bei Kanalbauten in England die ausreichende Drainage des Städtegrundes auf verschiedene Weise zu erreichen gesucht. In mehreren Städten haben diese Bestrebungen zu einem eigentlichen Doppelsysteme geführt, indem neben den zur Ableitung der Fäcalien und Schmutzwasser bestimmten Sielen noch ein Netz von tiefliegenden grösseren Drainröhren hergestellt wurde, um das Grundwasser abzuführen.[3]) Eine grössere Ausdehnung hat jedoch dieses System, der damit verbundenen Kosten und technischen Schwierigkeiten halber, nicht gefunden. Vielfach wurden, um die drainirende Wirkung der Siele zu vergrössern, hohle Sohlstücke angewendet[4]), so dass unterhalb des eigentlichen Sieles eine zweite Leitung entstand, welche durch seitliche Oeffnungen das Grundwasser aufnehmen sollte. Statt dieser hohlen Sohlstücke hat man auch in der Baugrube selbst, unmittelbar unter der Sohle der Kanäle, besondere Rohrleitungen angebracht und dieselben, behufs sicherer Fundirung des darüber liegenden Kanals, mit Béton umgeben (London). Gordon[5]) bemerkt aber hierzu mit Recht, dass durch eine solche Umhüllung der Drainröhren mit Béton die Entwässerungsfähigkeit derselben bedeutend beeinträchtigt werden müsste; im Interesse der Drainage läge es, diese Röhren mit einem möglichst porösen Material zu umgeben, wodurch aber die Sicherheit der Fundirung des darüberliegenden Kanals in bedenklicher Weise leiden könnte. Er empfiehlt desshalb ein solches Verfahren nur dann, wenn übermässiger Wasserzudrang die Anwendung desselben absolut erfordere. Man könnte auch nach dem Vorschlage der Berliner Deputation besondere Drains aus porösem, also unglasirtem Thon anlegen, welche, unter den zu drainirenden Grundstücken beginnend, in das eigentliche Sielsystem einmünden[6]); doch müssten hierbei Vorkehrungen getroffen werden, um eine, bei starker Füllung der Siele denkbare, rückwärts gerichtete Bewegung des Kanalwassers zu verhüten. — Vielfach wurde empfohlen, den Zwischenraum zwischen den Wänden der Baugrube und dem Siele mit feinerem und gröberem Kies auszufüllen, sowie auch das Sielgewölbe mit einer 1—2 Fuss hohen Kieslage zu bedecken, um auf diese Weise die Kanäle mit einer für das Wasser leicht durchgängigen,

1) Virchow, Generalbericht. S. 29.
2) Münchener Berichte, Beil. VII zu Ber. III. S. 39.
3) Avigdor, Das Wohlsein der Menschen in Grossstädten. S. 144.
4) Varrentrapp, a. a. O. S. 128.
5) Münchener Berichte, Beil. VII z. Ber. III. S. 47.
6) Virchow, Generalbericht. S. 37.

gut drainirenden Erdschicht zu umgeben. Zur Verstärkung der Wirkung können auch an einzelnen Stellen besondere Drainröhren neben oder über die Kanäle gelegt werden. Diese Methode der Herstellung eines unterirdischen Sickernetzes scheint, als die billigste und zweckmässigste, vor allen anderen auf allgemeine Anwendung rechnen zu können.[1])

Es ist vom technischen Standpunkte aus ein Einwurf gegen die Zweckmässigkeit der allgemeinen Einführung tiefliegender Strassensiele gemacht worden, der hier nicht unerwähnt bleiben darf. Man hat nämlich in solchen Stadttheilen Hamburgs, deren Häuser auf Pfahlrosten ruhen, nach dem Bau der Siele Beschädigungen an den Fundamenten der Häuser bemerkt, welche dem durch die Drainage des Untergrundes hervorgerufenen Sinken des Grundwassers und Anfaulen der Pfähle zugeschrieben wurden. Man begreift, dass für Städte oder Stadtheile, die in dieser Weise fundamentirt sind, die drohende Gefahr des Einsturzes der Häuser die Zweckmässigkeit des Baues tiefliegender Strassenkanäle und Drainröhren wohl in Frage stellen könnte. In der That kam dieser Punkt zur Sprache, als es sich um die Kanalisation Danzigs handelte, und beinahe wäre das ganze Project an ihm gescheitert. Die in Hamburg eingezogenen Erkundigungen lauteten aber beruhigend, indem sich ergab, dass die dort bemerkten Schäden unter Mitwirkung noch anderer Umstände, ausser dem Sielbau, eingetreten waren. Jedenfalls aber ist in Städten, deren Häuser theilweise auf Pfählen fundamentirt sind, eine genaue Untersuchung über die Tieflage der Fundamente anzustellen, bevor man die Tiefe, welche den Sielen und Drainröhren gegeben werden soll, bestimmt.

d. Das Querprofil der Siele; Gefälle; Stromgeschwindigkeit; Nothauslässe; Spülung.

Damit der Sielinhalt möglichst rasch aus dem Bereiche der Stadt entfernt werde, sind beim Bau der Kanäle von technischer Seite mehrere Bedingungen zu erfüllen, deren Besprechung hier nicht umgangen werden kann.

Da die Strassensiele bei der Schwemmkanalisation so gebaut sein müssen, dass sie alles von der Strasse, den Dächern und Höfen abfliessende Regenwasser aufnehmen können[2]), so ist bei der Bestim-

1) Siehe hierüber das Werk von Baumeister, Stadterweiterungen in technischer, baupolizeilicher und wirthschaftlicher Beziehung. 1876. S. 206 u. flgde.

2) Nur in Ausnahmsfällen, die durch besondere Terrainverhältnisse bedingt sein können, wird man es vorziehen das Regenwasser von den Sielen auszu-

mung des Querprofils eines Sieles nicht die Menge von Abwasser und Excrementen maassgebend, die unter gewöhnlichen Verhältnissen in der Zeiteinheit durch dasselbe abfliessen soll, sondern die grössten Regenmengen, die am gegebenen Orte in verhältnissmässig kurzer Zeit fallen können. Hierbei ist übrigens zu berücksichtigen, dass nicht alles auf die Oberfläche des Stadtgrundes fallende Regenwasser in die Siele gelangt.

Ein Theil desselben verdunstet unmittelbar an der Oberfläche, ein anderer Theil versickert in den Boden und nur ein je nach Umständen wechselnder Bruchtheil fliesst unmittelbar den Strassenkanälen zu. Die Grösse dieses Bruchtheiles hängt ab von der Stärke des Regens, der Beschaffenheit der Bodenoberfläche, der natürlichen Steigung des Bodens u. s. w.: von gepflasterten oder überhaupt für Wasser undurchgängigen Stellen fliesst das Wasser rascher und in grösserer Menge ab als von Gärten, Feldern, ungepflasterten Strassen und Höfen; bei schwachem, aber anhaltendem Regen verdunstet und versickert mehr Wasser als bei starkem Platzregen.

Versuche, die in dieser Richtung in England gemacht wurden, haben gezeigt, dass bei schwachem Regen und der Versickerung günstigen Bodenverhältnissen die Menge des in die Kanäle abfliessenden Regenwassers gleich Null sein kann, während sie bei heftigem Regen und ungünstigen Bodenverhältnissen bis auf 70% der gefallenen Regenmenge steigt.[1]) Im Allgemeinen nimmt man gegenwärtig bei Berechnung der Kanalweiten an, dass 1/3 der gefallenen Regenmenge sofort abgeführt werden müsse.

Die grössten Niederschläge kommen bekanntlich in den Sommermonaten vor und liefern oft in kurzer Zeit eine sehr bedeutende Regenmenge: Es kommen Regenhöhen von 20—30 Mm. und mehr in einer Stunde vor; doch geschieht dies nur ausnahmsweise. Nach Kaftan[2]) erreichte die Niederschlagsmenge in Prag während 11 Jahren nur 2 mal eine Höhe, die 20 Mm. in der Stunde überstieg; Vogt[3]) notirt für Bern nur 3 mal im Laufe von 7 Jahren eine Regenhöhe von über 20 Mm. per Stunde, so dass auch bei heftigen Regengüssen die stündliche Niederschlagsmenge selten 10 Mm. übersteigt. Dennoch würde man gewaltige Dimensionen für die Siele bekommen, wenn man bei der Berechnung ihres Querprofils voraussetzen wollte,

---

schliessen, wie dies von Wiebe für die tieferliegenden Stadttheile Königsbergs projectirt ist (Wiebe, Genereller Entwurf eines Kanalisationssystems ... der kgl. Haupt- und Residenzstadt Königsberg. S. 9. 1880).

1) Bürkli, a. a. O. S. 194.

2) Kaftan, a. a. O. S. 100.

3) Vogt, a. a. O. S. 10.

dass sie alles ihnen bei ausnahmsweise starken Regengüssen zuströmende Wasser aus dem Bereiche der Stadt abführen müssen. Da nun aber einerseits mit der Kanalweite die Kosten der Anlage wachsen, andererseits das Beispiel von Paris, mit seinen grossartig angelegten Strassensielen[1]), hinlänglich dargethan hat, dass eine unverhältnissmässige Breite der Sielsohle dem raschen Abfluss des Inhaltes ungünstig ist und fortwährend zu Ablagerungen Veranlassung gibt, lag es nahe ein Mittel zu suchen, wodurch man im Nothfalle die Strassensiele möglichst rasch von einem Theile des Wassers, das sie bei ausnahmsweise heftigem Platzregen aufnehmen müssen, wieder entlasten könnte. Dieses Mittel haben die praktischen Engländer in den sog. „Noth- oder Sturmauslässen" gefunden.

In England berechnet man nämlich das Profil der Strassensiele nur auf eine stündliche Regenmenge von 0.36 Mm., von denen etwas mehr als die Hälfte (0.21 Mm.) in derselben Zeit den Kanälen zuströmen soll. Damit aber bei aussergewöhnlich heftigen Regengüssen, welche mehr als die angenommene Regenhöhe liefern, weder die Kanäle Schaden leiden, noch die Strassen mit Kanalinhalt überschwemmt werden, brachte man an den Sielen in bestimmten Distanzen Seitenkanäle an, die durch eine einfache, unvollständige Scheidewand vom Strassensiel getrennt sind; wenn das Wasser im letzteren eine gewisse Höhe erreicht hat, so strömt es über den oberen Rand der Scheidewand in den Nothauslass und wird durch den letzteren dem nächsten Wasserlaufe zugeführt.

Mit Hilfe dieser Nothauslässe ist es also möglich geworden die Dimensionen der Kanäle sehr bedeutend zu reduciren, ohne sie zu prompter Erfüllung der ihnen zugemessenen Aufgabe ungeeignet zu machen.

Beispielsweise sind die Kanalweiten für das Radialsystem III in Berlin unter Zugrundelegung folgender Zahlen ermittelt worden: man nahm eine Bevölkerungsdichte von 800 Köpfen pro Hektare (gegenwärtig 300 Köpfe pro Hektare) und einen täglichen Wasserconsum von 127 Liter pro Kopf an, wodurch man eine Abwassermenge von 1.15 Liter pro Secunde und Hektare erhält; als Maximal-Regenhöhe sind ferner 23 Mm. pro Stunde gedacht, und ist angenommen, dass hiervon nur $^1/_3$ gleichzeitig abgeführt werden müsse, woraus sich ein factischer Abfluss von 21.19 Liter Regenwasser pro Secunde und Hektare ergibt. Es würden demnach zusammen $1.15 + 21.19 = 22.34$ Liter pro Hektare und Secunde abzuführen sein, wovon indessen nur ca. der achte Theil oder rund 3 Liter pro Secunde

1) Die Sammelkanäle in Paris besitzen eine Höhe bis zu 4.4 Meter und eine Breite bis zu 5.6 Meter (Fonssagrives, a. a. O. S. 227); sie sind so gross, dass sie mit auf Schienen laufenden Transportwagen und mit kleinen Schiffen befahren werden können. Auch die zu den Abtrittgruben und Tonnen führenden Seitenkanäle sind von solchen Dimensionen, dass Menschen in vollkommen aufrechter Stellung darin gehen können (Details siehe bei Bürkli, a. a. O. S. 7 u. flgde.).

und Hektare in die Sammelkanäle gelangen, während der Rest durch Nothauslässe an die öffentlichen Wasserläufe überwiesen wird.[1]) — Gordon hat in seinem Projecte für die Entwässerung von München angenommen, dass 3.47 Liter pro Secunde und Hektare wirklich von den Sielen abgeführt werden müssen, was einer Regenhöhe von 1¼ Mm. in der Stunde entspricht. — In Frankfurt wurden pro Stunde 1 Mm., in Hamburg ⅔ Mm. plus der verhältnissmässig geringen Brauchwassermenge zur Grundlage für die Grössenberechnung der Siele angenommen. Die genannten Regenmengen können abgeführt werden ohne dass die Sturmauslässe in Thätigkeit gesetzt werden; erst bei grösseren Niederschlägen functioniren die Sturmauslässe.[2]) So viel bekannt sind in keiner der genannten Städte Uebelstände zu Tage getreten, welche auf zu geringe Dimensionen der Strassensiele hingewiesen hätten. — Es versteht sich übrigens von selbst, dass man bei der Berechnung der Kanalweite nicht allzu schablonenartig vor sich gehen darf, sondern an jedem einzelnen Orte sich über die verschiedenen Umstände Rechenschaft zu geben hat, welche von bestimmendem Einfluss auf die Grösse der Kanäle sind. Unstreitig ist jedenfalls, dass erst in Folge der Durchführung des Systems der engeren Kanäle die Herstellung von Schwemmsielen auch für Ortschaften mit geringeren Geldmitteln möglich geworden ist.

Was die Form des Querprofiles der Siele anbetrifft, so ist für Sammelkanäle und grössere Strassenkanäle, die bei volkreichen Städten wohl immer begehbar gemacht werden müssen, entweder die Form eines Kreises oder diejenige eines mit der Spitze nach unten gekehrten Eies anwendbar. Im Allgemeinen wird gegenwärtig die Eiform vorgezogen: sie gewährt bei möglichst grosser Höhe des Sieles eine angemessene Zusammendrängung des Inhaltes in der Kanalsohle, wodurch die Macht der Strömung wesentlich verstärkt und die Ablagerung fester Stoffe an der Sohle und den Wänden der Siele verhindert wird. Kanäle mit flachen Sohlen, wie sie früher in Paris ausgeführt wurden, sind gegenwärtig vollständig aufgegeben. Bei eiförmigen Profilen ist es zweckmässig ein Verhältniss der Höhe zur Breite wie 3 : 2 anzunehmen und der durch die Sohle gebildeten Krümmung einen Radius von ¼ der Sielhöhe zu geben. Für kleinere Kanäle, welche nicht mehr gangbar sein sollen, ist die Kreisform des Profils die einfachste und in allen Beziehungen zweckmässigste, da die Herstellung der Eiform bei solchen Kanälen Schwierigkeiten bietet, welche dieselbe, trotz des Vorzuges der Concentrirung der Wasserströmung, weniger empfehlenswerth erscheinen lassen als die Kreisform. Als die geringste zulässige Weite für Strassenröhren wird gegenwärtig ein Durchmesser von 23 Cm. im Lichten angenommen.

1) Bericht der Münchener Commission. Beil. VII z. III. Ber. S. 39.

2) Gordon, Erläuterungsbericht zu dem Dispositionsplan u. s. w.

Die Londoner Sammelkanäle sind kreisförmig; die grössten derselben besitzen einen Durchmesser von 3.5 Meter; Siele von 1.8 — 1.3 Meter Höhe sind eiförmig; Kanäle geringerer Dimensionen sind dagegen wieder röhrenförmig. Auch in Zürich sind die grösseren Sammelkanäle von kreisförmigem Profil, die kleineren und die gewöhnlichen Strassenkanäle haben Eiform (1.2 Meter Höhe und 0.75 Meter Breite); die kleineren Strassenleitungen sind röhrenförmig mit 0.45 — 0.3 Meter Durchmesser. — Die Frankfurter Kanäle, soweit sie gemauert sind, haben alle einen eiförmigen Querschnitt; ebenso die Danziger Siele. — Die Strassenkanäle des Radialsystemes III in Berlin haben einen eiförmigen Querschnitt mit einer Höhe von 1.2 — 1.7 Meter in 6 verschiedenen Abstufungen; von den Röhrenleitungen hat die grösste einen Durchmesser von 0.63 Meter, die kleinste von 0.21 Meter.

Die richtige Functionirung eines Kanalsystems hängt wesentlich von der Geschwindigkeit ab, mit welcher sich das Sielwasser in seinen Leitungen bewegt. Diese Geschwindigkeit muss so gross sein, dass alle mehr oder weniger festen Stoffe, welche mit dem Wasser regelmässig oder zufälligerweise in die Kanäle gelangen, weiter gespült werden, ohne sich irgendwo ablagern zu können. Bei Versuchen, die in London gemacht wurden, als man den Bau der grossen Sammelkanäle projectirte, ergab sich, dass bei einer Geschwindigkeit von 0.6—0.75 Meter in der Secunde alle jene Gegenstände in Bewegung kommen, welche ihrer Natur und Grösse nach in die Siele gerathen können.[1])

Gestützt hierauf hat man für die Londoner Collectoren eine Geschwindigkeit der Strömung von 0.67 Meter in der Secunde als nothwendig vorausgesetzt. Für kleinere Strassenkanäle und Hausleitungen ist eine etwas grössere Ausflussgeschwindigkeit wünschenswerth, weil die Strömung in denselben nicht so regelmässig ist, wie in den grösseren Sielen und zuweilen auf kurze Zeit sogar unterbrochen sein kann. Wicksteed beobachtete, dass in den Kanälen von Leicester eine Abflussgeschwindigkeit von 0.41 Meter die Ablagerung kleiner Ziegel- oder Steinbrocken verhindert und dass bei einer Geschwindigkeit von 0.55 Meter selbst kleine Eisenschlacken weggeschwemmt werden. Latham meint, es solle die Strömungsgeschwindigkeit in einem Siele in keinem Falle kleiner sein als 0.5 Meter; Parkes[2]) gibt als Minimum der Geschwindigkeit 0.5 Meter an, empfiehlt aber lieber 0.75 Meter anzunehmen. Nach Bürkli kann man als Regel aufstellen, dass die Geschwindigkeit nicht unter folgende Ansätze falle:

für grosse Siele von über	1 Met.	Durchm.	0.67—0.75 Met. in d. Sec.
„ mittlere „ „ „	0,5—1 „	„	1 „ „ „ „
„ kleine „ „ „	0,15—0,5 „	„	1.15 „ „ „ „

Nehmen wir eine mittlere Geschwindigkeit auch nur von 0.75 Met. in der Sec. an, so ergibt sich doch, dass im Laufe einer Stunde der

1) Latham, Sanitary Engineering. S. 81. Angef. bei Kaftan a. a. O. S. 84.
2) A Manual of Practical Hygiene. 4. Aufl. p. 347.

Sielinhalt sich um mehr als 2.5 Kilometer vorwärts bewegt, so dass auch bei sehr grossen Städten die im Centrum derselben den Sielen übergebenen Unrathsmassen schon nach Verlauf von etwa 2 Stunden aus dem Bereiche des städtischen Weichbildes entfernt sind.[1])

Die Strömungsgeschwindigkeit berechnet sich aus dem Gefälle, dem Querschnitt der Kanäle und dem vom Inhalte benetzten Umfang oder überhaupt dem Grade der Füllung des Querschnittes mit Wasser; die zahlreichen, hierfür aufgestellten Formeln beruhen auf der Erfahrung, dass das Sielwasser in seiner Bewegung durch Röhren und Kanäle denselben hydraulischen Gesetzen folgt, welche für die Bewegung des Flusswassers ermittelt wurden.[2]) Ist der Durchmesser der Kanäle oder ihrer kreisförmig gebogenen Sohle bekannt und der Minimalwerth der herzustellenden Strömungsgeschwindigkeit gegeben, so lässt sich aus denselben Formeln das Gefälle berechnen, welches bei Sielen verschiedener Grösse als Minimum verlangt werden muss.

Nach Bürkli[3]) erhält man für grössere Kanäle bei einer Sohle, deren Rundung einem Kreisdurchmesser von 1 Meter entspricht, bei einer Wassertiefe von wenigstens 0.5 Meter und bei einer kleinsten Geschwindigkeit von 0.7 Meter in der Secunde ein kleinstes Gefälle von 75 Cm. auf 1 Kilometer Kanallänge, d. h. 0,75 pro mille oder 1 : 1333. — Für mittlere Siele, von 0.5 — 1 Meter Durchmesser, erhält man bei halber Füllung und einer Minimalgeschwindigkeit von 1 Meter als kleinstes zulässiges Gefälle 2.4 Meter auf 1 Kilometer Sielstrecke, d. h. 2.4 pro mille oder 1 : 417. Ist in solchen Kanälen fortwährend genug Wasser vorhan-

---

1) Dubuat (angef. bei Kaftan a. a. O. S. 83) gibt die nothwendige Geschwindigkeit zur Wegschaffung verschiedener Substanzen nachfolgend an:

Halbflüssiger Flussschlamm erfordert . . .	0.076 M. in der Sec.
Anisgrosser Kiessand „ . . .	0.108 „ „ „ „
Erbsengrosser Kiessand „ . . .	0.189 „ „ „ „
Gewöhnlicher Flusssand „ . . .	0.305 „ „ „ „
Bohnengrosser Kiessand „ . . .	0.325 „ „ „ „
Grobes Geschiebe „ . . .	0.609 „ „ „ „
Eckiges Geschiebe, hühnereigross, erfordert .	0.985 „ „ „ „

Nach den Beobachtungen von Bazalgette an den Londoner Kanälen beträgt die nothwendige Geschwindigkeit zur Fortschaffung von:

Feinem Thon	0.076 M. in der Sec.
Sand	0.152 „ „ „ „
Gröberem Sand	0.203 „ „ „ „
Feinem Kies	0.305 „ „ „ „
Runden Kieselsteinen, 27 Mm. gross	0.609 „ „ „ „
Eigrossem Schotter	0.914 „ „ „ „

2) Siehe solche Formeln bei Bürkli, a. a. O. S. 189 und Kaftan, a. a. O. S. 85 u. flgde.

3) Bürkli, a. a. O. S. 190.

den, so genügt eine Geschwindigkeit von 0.75 Meter und es ergibt sich dann als kleinstes, zulässiges Gefälle 1.7 Meter pro Kilometer, d. h. 1.7 pro mille oder 1 : 588. — Für Röhren von 0.3 Meter Durchmesser ist bei ganzer oder halber Füllung und 1.15 Meter Minimalgeschwindigkeit ein Gefälle von 5 pro mille oder 1 : 200 noch genügend; für Röhren von 0.15 Meter und etwas darüber ergibt sich aber ein kleinstes zulässiges Gefälle von 10 pro mille = 1 : 100. — Diese Berechnungen sind auf die Annahme halber Füllung der Siele gegründet.[1]) Bei geringerer Füllung wird die Geschwindigkeit kleiner sein und es können dann Ablagerungen fester Stoffe entstehen, die erst bei der nächsten starken Strömung mit fortgerissen werden. Für die Hausleitungen wird ein Gefälle von 1 : 100 nicht selten als genügend anerkannt; doch wird zuweilen für solche Röhren ein Gefälle von 1 : 50 verlangt, wobei man jedenfalls sicherer ist, dass alle festen Stoffe mit fortgespült werden.[2])

Häufig kann das theoretisch geforderte Gefäll der Siele nicht bis zum Ausflusse durchgeführt werden. In solchen Fällen kommen dann Dampfmaschinen zur Hebung des Kloakeninhaltes in Anwendung, worüber später die Rede sein wird. Natürlich ist man hierbei genöthigt, schon aus finanziellen Gründen, das Gefäll möglichst zu beschränken, denn je höher schliesslich der Sielinhalt künstlich gehoben werden muss, desto höher belaufen sich die Kosten der Anlage und des Betriebes. Uebrigens haben sich in neuerer Zeit auch aus einem anderen Grunde viele Stimmen gegen das Bestreben erhoben, den Sielen möglichst starke Gefälle zu geben. Man fürchtet nämlich, es möchten hierbei kleinere Strassenröhren leicht trocken laufen, wobei dann natürlich auch zu Ablagerung von Sink- und Schwimmstoffen Veranlassung gegeben wäre. Diese Befürchtung ist namentlich da, wo das Gefäll bei ungenügendem und unregelmässigem Wasserzufluss bedeutend ist, gewiss nicht ungerechtfertigt, und man muss sich deshalb ebenso sehr hüten, den kleineren Strassensielen ein zu starkes, als ein zu schwaches Gefäll zu geben.

Das kleinste Gefäll der Strassenröhren in Danzig beträgt 1 : 100 und schwankt, je nach der Grösse der Röhren, von 1 : 100 bis 1 : 600; die Hauptsammelkanäle haben ein Gefälle von 1 : 1500 und 1 : 2400.[3]) Trotz dieses geringen Gefälles wurden sanitäre Nachtheile bis jetzt nicht beobachtet. — Der Hauptauslasskanal und die Hauptkanäle des Thalsystems in Frankfurt a. M. haben ein Gefälle von 1 : 2000; die Gefälle im Bergsystem variiren von 1 : 1000 bis 1 : 50.[4]) — In Breslau haben die Hauptkanäle ein Minimalgefälle von 1 : 1800, die gemauerten Seitenkanäle ein solches von 1 : 500, die Thonröhren von 1 : 300.[5]) — Das Gefäll der

1) Die Berechnung ergibt nämlich, dass die Strömungsgeschwindigkeit in einer Röhre bei halber und ganzer Füllung am grössten ist, und zwar ist sie in beiden Fällen gleich gross.

2) Wicksteed und Latham haben Tabellen über das gegenseitige Verhältniss des Sieldurchmessers, der Strömungsgeschwindigkeit und des nöthigen Gefälles angegeben, die man bei Parkes (a. a. O. S. 348) nachsehen kann.

3) Wasserleitung, Kanalisation und Rieselfelder zu Danzig. 1874.

4) Münchener Berichte. Beil. VII z. III. Ber. S. 3.

5) Ebenda S. 59.

untersten Strecken der Londoner Sammelkanäle beträgt 1 : 3521 bis 1 : 2632 [1]); dasselbe des Hauptkanals der Stadt Düsseldorf 1 : 3000.[2]) Uebrigens muss bemerkt werden, dass auch unter den Kanalisationstechnikern noch Meinungsverschiedenheiten in Bezug auf die Grösse der nothwendigen Gefälle existiren: so z. B. hat Gordon in seinem Projecte für die Kanalisation Münchens als das geringste zulässige Gefälle für Rohrkanäle 1 : 200 bezeichnet, während Bürkli und Wiebe noch ein solches von 1 : 500 zulassen.

Bei der Kreuzung eines Sieles mit einem grösseren Wasserlaufe muss die Sohle des ersteren tiefer gelegt werden, als das allgemeine Gefäll gestattet. Unter solchen Umständen wendet man die sog. „Dücker" an, gebogene eiserne Röhren, die unter dem Flussbett in die Erde oder auch auf dem Grunde des Flussbettes selbst gelegt werden. Hierbei steigt der Sielinhalt, auf der anderen Seite des Flusses angelangt, durch den eigenen Druck beinahe zur ursprünglichen Höhe hinauf und kann dann wieder in geraden Kanälen weiter befördert werden. Man fürchtete ursprünglich, es möchten sich in diesen Siphons Ablagerungen bilden, die schliesslich zu einer Verstopfung derselben führen könnten; die Erfahrung hat jedoch bewiesen, dass bei richtiger Anlage der Dücker diese Furcht unbegründet ist. Man kann übrigens besondere Vorrichtungen anbringen, die gestatten, von Zeit zu Zeit einen starken Wasserstrom durch die Dücker fliessen zu lassen. In Hamburg befindet sich an der Kreuzung eines Kanals mit der Alster ein Siphon von 260 Fuss Länge; in Danzig wird der Inhalt des Hauptausflussrohres vermittelst eines Dückers von 450 Fuss Länge 18 Fuss tief unter dem mittleren Wasserstande der Weichsel durchgeführt, so dass in keiner Weise eine Beeinträchtigung der Schifffahrt durch den Dücker stattfindet.

Spülung der Siele. Bei geringem Gefälle und ungenügender Wasserversorgung, sowie beim Vorhandensein sog. „todter Enden" im Sielsystem, deren Speisung mit Wasser äusserst mangelhaft ist, kann zur Verhinderung von Ablagerungen und Verstopfungen die periodische Spülung mit grösseren Wassermassen nothwendig werden. Auf das Regenwasser ist hierbei nicht zu rechnen, denn der Zufluss desselben ist zu unregelmässig und geschieht oft in viel zu grossen Zwischenräumen; es sind desshalb besondere Vorrichtungen zur Spülung der Siele herzustellen.

In erster Linie können die Kanäle mit ihrem eigenen Inhalte gespült werden. Zu diesem Zwecke werden im Sielnetze selbst, an verschiedenen Orten, wasserdicht schliessende Thüren (sog. Spülthüren) angebracht, die sich nach Belieben schliessen und, nachdem sich das Sielwasser genügend aufgestaut hat, plötzlich wieder öffnen lassen. Die hierdurch vorübergehend hervorgerufene stärkere Strömung ist dann im Stande, die etwa seit der letzten Spülung entstandenen Ablagerungen zu entfernen. Doch ist eine solche Art der Spülung nicht vortheilhaft, weil während

1) Bürkli, a. a. O. S. 190.
2) Münchener Berichte. III. S. 41.

des Aufstauens der Flüssigkeit sich Sinkstoffe ablagern können; ausserdem nimmt die Kraft des Spülstroms mit der Entfernung von der Spülthüre ab und hört schliesslich ganz auf. — Besser ist die Spülung mit Wasser, welches von aussen, z. B. aus einem Fluss oder Bassin, zugeleitet wird, weil hierdurch vorübergehend eine wirkliche Vermehrung und Verflüssigung des Kanalinhaltes erzeugt und eine, das ganze Sielsystem auf einmal betreffende, stärkere Strömung hervorgebracht wird. Eine solche Spülung ist allen anderen Reinigungsmitteln vorzuziehen; ihre Beaufsichtigung ist leicht und billig. Dieselbe ist z. B. in Danzig eingeführt, wo direct das Wasser der Radaune durch das Sielnetz geleitet wird. Das Wasser der städtischen Wasserleitungen benutzt man natürlich nur ungern zur Spülung der Siele; ist man dennoch hierauf angewiesen und hat man in der Wasserleitung genügenden Druck, so ist es am billigsten und wirksamsten, die Kanäle direct mit dem den Hydranten entströmenden Wasser zu spülen (Berlin). An verschiedenen Orten, wo Spülbassins eingerichtet sind, hat man die Kraft des denselben entströmenden Wassers dadurch zu heben gesucht, dass man den Sielen unmittelbar unterhalb der Spülthüren ein stärkes Gefälle gab.

Wie zweckmässig übrigens eine solche künstliche Spülung der Kanäle auch eingerichtet sein mag, man muss doch im Auge behalten, dass dieselbe nur ein Nothbehelf ist für den Fall, dass die Häuser der betreffenden Stadt nicht genügend mit Wasser versorgt sind. „Das Product der Haushaltungen einer mit Wasserleitung versehenen Stadt ist ein Wasser, welches, indem es leicht fliesst, eines Zusatzes von Schwemm- oder Spülwasser nicht bedarf" (Hobrecht).[1] Allerdings muss zugestanden werden, dass bis jetzt noch keine Stadt in Deutschland einen solchen idealen Wasserverbrauch aufweist, der die Spülung der Siele überflüssig machen würde; überall, wo Schwemmkanäle existiren, werden dieselben von Zeit zu Zeit gespült.[2]

e. Strasseneinläufe, Einsteigeschächte und Lampenlöcher.

Die vom Strassenwasser mitgeführten festen Stoffe bestehen grösstentheils aus thierischen Excrementen und feinem Sand. Der letztere gibt leicht zu Ablagerungen in den Kanälen Anlass (Paris), wobei die einzelnen Sandpartikeln sich so fest aneinanderlagern, dass schliesslich selbst eine starke Strömung im Siele sie nicht mehr zu

1) Zur Kanalisation Bremens. Dtsch. Vierteljahrsschr. f. öffentl. Gesundheitspflege. V. S. 141. — Details über die Spülung findet man bei Bürkli (a. a. O. S. 205 u. flgde.); Kaftan (a. a. O. S. 129 u. flgde.); Latham (Sanitary engineering; a guide of the construction of Works of sewerage and house drainage. 1873. p. 183).

2) In Berlin findet die Spülung der Strassenrohrleitungen alle 14 Tage statt (Kaftan, a. a. O. S. 213).

beseitigen vermag. Hieraus folgt die Nothwendigkeit, das Tagwasser, bevor es den Sielen zufliesst, durch Gruben oder Kasten — Schlammsammler, Sinkkasten, Gullies — treten zu lassen, in welchen sich die von der Strasse hergeschwemmten Sinkstoffe ablagern können, und zwar müssen alle Strassen- und Hofeinläufe mit solchen Schlammkasten versehen sein. Man darf dieselben weder sehr gross, noch sehr klein machen: sind die Gullies zu klein, so hat bei stärkeren Regengüssen das Wasser keine Zeit darin zur Ruhe zu kommen und die mitgerissenen festen Theile abzusetzen; werden andererseits die Gullies zu gross gemacht, so findet bei schwachem und seltenem Regen die Erneuerung des in denselben befindlichen Wassers nur sehr langsam statt, die organischen Bestandtheile des abgelagerten Schlammes haben Zeit zu faulen und können zur Verunreinigung der Strassenluft Veranlassung geben. Nach Bürkli sollen die Schlammkasten einen Rauminhalt von etwa 1 Cubikmeter haben und die Tiefe des in ihnen befindlichen Wassers 1 Meter betragen. Es versteht sich von selbst, dass die Wände der Gullies aus wasserdichtem Material construirt sein müssen: sie werden entweder aus Backsteinen mit Cementauskleidung gebaut oder aus Béton gegossen. In Frankfurt a. M. sind die Sandfänge aus Steingut (2.2 Meter tief und 0.45 Meter Durchmesser) gemacht und mit aushebbaren Eimern, in welchen sich die Sinkstoffe ablagern, versehen.

Damit nicht durch die Gullies Sielluft auf die Strassen ausströme, werden die Abflussröhren derselben gewöhnlich mit einem luftdichten Verschlusse versehen. Am einfachsten und besten bedient man sich hierzu des Wasserverschlusses: die Ausflussöffnung des Gully in die Röhre, welche ihn mit dem Strassensiel verbindet, ist derart eingerichtet, dass sie sich beständig unter Wasser befindet, so dass die Sielluft, um auf die Strasse austreten zu können, dieses Wasser passiren oder vielmehr den Druck desselben überwinden müsste.

Es gibt eine grosse Zahl der mannigfaltigsten Gullymodelle, auf deren Beschreibung aber hier nicht eingegangen werden kann[1]; dieselben unterscheiden sich von einander hauptsächlich durch eine verschiedene Einrichtung des Wasserverschlusses. Nicht unerwähnt darf übrigens bleiben, dass die Nothwendigkeit, die Sielluft hermetisch von der Strasse abzuschliessen, nicht über allen Zweifel erhaben scheint; wenigstens sind in Berlin die Mundstücke der Abflussröhren in den Gullies so eingerichtet, dass eine freie Communication der Sielluft mit der Strassenluft besteht.[2]

---

1) Siehe hierüber z. B. Kaftan, a. a. O. S. 124, sowie auch die schon oft citirten Werke von Bürkli und Parkes.

2) Münchener Berichte. Beil. VII z. III. Ber. S. 40. — Siehe auch Mitgau, a. a. O. S. 7.

— In kalten Ländern muss der ganze Kasten mit der Ablaufröhre so tief gelegt werden, dass das Wasser in demselben nicht leicht einfriert. Wo während des Winters constant Schnee liegt, also die Gullies unbenutzt bleiben, können die Oeffnungen ihrer Abflussröhren verschlossen werden, damit die Sielluft nicht hinaustrete. — In der Höhe des Strassenpflasters sind die Gullies mit einem Rost von Eisenstäben bedeckt.

Die Schlammkasten müssen immer rechtzeitig ausgeräumt werden, weil sonst das ihnen zuströmende Tagwasser direct durch die Abzugsröhre in das Siel abfliesst und den mitgeschleppten Sand nicht absetzt, ohne dass man hiervon auf der Strasse etwas bemerken würde. Um dies zu vermeiden, lässt man das Mundstück der Abflussröhre etwas in den Kasten hereinragen und biegt sein freies Ende nach unten, sodass durch den Schlamm selbst, wenn er eine gewisse Höhe erreicht, die Mündung der Röhre verschlossen wird; bei erneutem Zufluss von Tagwasser, welches unter diesen Umständen nicht nach dem Siele ablaufen kann, fliesst schliesslich der Kasten über, wodurch die Anfüllung desselben mit Schlamm und die Nothwendigkeit seiner Reinigung angezeigt wird. Nach diesem Princip sind die Gullies in Zürich und, mit etwelchen Modificationen, auch in Berlin eingerichtet.

Die Entfernung der Gullies von einander hängt ab von der Breite und den Gefällsverhältnissen der zu entwässernden Strasse; sie beträgt im Mittel 35—60 Meter; in Berlin ist sie 60—100 Meter. — Zur Vermeidung von Verkehrsstörungen ist es am besten, die Gullies in den Rinnen neben den Trottoiren anzubringen.

Einsteigeschächte, sog. Mannlöcher, sind zur Revision des Sielsystems nothwendig. Dieselben können entweder direct über dem Scheitel der Kanäle errichtet werden (Verticalschächte) oder seitwärts in den Kanal einmünden (Seiteneingänge), wobei das Mannloch im Trottoir angebracht wird. Letztere sind kostspieliger und werden nur da hergestellt, wo die Kanäle in der Mitte von sehr frequenten Strassen liegen. Gewöhnlich werden die Mannlöcher an den Strassenecken angebracht; für Thonrohrleitungen, die nicht begangen werden können, ist diese Lage der Einsteigeschächte absolut nothwendig, damit man den Zustand des Rohres bis zum nächstgelegenen Mannloch unbehindert übersehen könne. Die Entfernung zwischen den einzelnen Schächten beträgt bei Hauptkanälen bis zu 200 Meter; bei kleineren Kanälen, namentlich wenn sie nicht begehbar sind, überschreitet man nicht gerne 100 Meter; bei Thonröhren richtet sich die Entfernung nach der Situation der Bruchpunkte, resp. Strassenecken, sollte aber 60—80 Meter nicht übersteigen.

In früherer Zeit construirte man ausser den Einsteigeschächten noch sog. Lampenschächte. Dieselben wurden in der Regel zwischen zwei entfernte Einsteigeschächte eingeschaltet, damit man durch Hinablassen einer Lampe bis zur Axe der Rohrleitung den Zustand derselben vom zunächstliegenden Schachte aus entweder direct oder mittelst eines Winkelspiegels visitiren könne. Da man nun aber gegenwärtig bei der Herstellung von Rohrleitungen in der Strecke zwischen je zwei Einsteigeschächten jede Gefälls- und Richtungsänderung vermeidet, so sind die Lampenschächte überflüssig geworden; höchstens könnten sie noch in alten Stadttheilen mit vielfach gekrümmten Strassen zur Anwendung kommen.

Ueber die Bedeutung der Einsteigeschächte für die Ventilation des Sielnetzes werden wir weiter unten sprechen.

f. Hausleitungen; Wasserklosets.

Bei der Projection und Anlage von Hausleitungen muss mit äusserster Vorsicht verfahren werden, weil sich sonst sanitäre Uebelstände geltend machen können, die ein schiefes Licht auf den Werth der Sielanlage werfen. Die Verbindung der Hausleitungen mit den Strassensielen geschieht durch die sog. Gabelrohre (bei Rohrleitungen) oder Stutzen (bei gemauerten Kanälen). Sie muss in einer Weise angelegt sein, dass durch das Einfliessen des Hauswassers keine Störung der Strömung im Siele stattfindet. Dies wird am besten erreicht, wenn der Anschluss des Hausrohres an das Strassenrohr unter spitzem Winkel, nach möglichst flachem Kreisbogen geschieht; je grösser die Weite der Röhren, desto grösser muss auch der Radius des Verbindungsbogens sein.

Das Gefälle der Hausentwässerungsröhren richtet sich nach der Breite der Strassen und nach der Tiefe der Grundstücke. Gefälle, die geringer sind als 1 : 50, werden selten angewandt; am häufigsten nimmt man ein Gefälle von 1 : 50 bis 1 : 30 an (Berlin), doch sind auch solche von 1 : 14 bis 1 : 10 in Anwendung gekommen (Frankfurt a. M.).[1] Vor allzu starkem Gefälle wird man sich wegen der Gefahr des Trockenlaufens der Röhren zu hüten haben.

Man bedient sich zur Herstellung der Hausleitungen am liebsten glasirter Steinzeugrohre. Wo eine solche Leitung die Fundamentmauern passirt, muss das Mauerwerk über dem Rohre durch Einwölbung entlastet, oder es muss an dieser Stelle ein Eisenrohr eingeschaltet werden. Besondere Aufmerksamkeit ist der Dichtung der Verbindungsstellen in der ganzen Ausdehnung des Hausrohres, besonders aber an der Anschlussstelle an die Strassenleitung zu widmen. Werden Eisenrohre angewendet, so sollen dieselben innen und aussen asphaltirt sein. Der Durchmesser der Rohre im Lichten beträgt gewöhnlich 15—16 Cm., selten mehr.

Das Hausrohr kann, von seiner Verbindung mit dem Strassensiele an, ohne Unterbrechung, durch die ganze Tiefe des Hauses nach den Hofgullies geführt werden, wobei es in seinem Laufe unter dem Hause hindurch die Abfallrohre des letzteren aufnimmt, wie dies z. B. von Wiebe für Königsberg projectirt ist[2]; oder aber das

1) Siehe die Pläne der Hausentwässerungsanlagen in den hierauf bezüglichen Schriften des Frankfurter Bauamtes.

2) Wiebe, a. a. O. S. 43.

Hausrohr kann durch einen in der Hausflur oder im Keller angebrachten „Revisionsschacht“ unterbrochen werden, in welchem die Verbindung des eigentlichen Hausrohres (sog. Grundleitung) mit der Anschlussleitung (d. h. vom Anschluss an die Strassenleitung bis zum Revisionsschacht) stattfindet. Diese Revisionsschachte, wie sie in Berlin[1]) eingerichtet sind, haben den Zweck, die Hausleitung im Falle irgend welcher Störung leichter zugänglich zu machen; von hier aus kann eine etwaige Reinigung sowohl der Grundleitung als auch der Anschlussleitung stattfinden. Um das Eindringen der Ratten in die Hausleitung zu verhindern, sowie auch um die letztere gegen etwaige Rückstauung des Sielwassers zu schützen, hat man im Mundstück der Hausleitung, innerhalb des Kastens, eine selbstthätige Hängeklappe angebracht.

Man war früher ängstlich bemüht, zwischen den öffentlichen Leitungen und den Hausdrains einen hermetischen Verschluss einzurichten und legte zu diesem Ende in die Grundleitung Siphons („Hausdraintraps“) ein. Die unmittelbare Folge davon war, dass, besonders bei geringerem Wasserverbrauche, der Siphon sich mit Fett, Haaren u. s. w. verstopfte und den Abfluss behinderte. In Berlin wurden die Hausdraintraps auf Wunsch der Hausbesitzer wegen grosser Inconvenienzen entfernt; überhaupt kann man die Einrichtung derselben als einen überwundenen Standpunkt betrachten, seitdem der Gedanke, die Hausleitungen zur Ventilation des Sielsystems zu benutzen, immer mehr Anklang gefunden hat.

Auch Schlammkasten hat man früher unmittelbar vor der Vereinigungsstelle der Hausdrains mit den Strassenleitungen angebracht, um schwer bewegliche Gegenstände von den letzteren fern zu halten. Gegenwärtig sind Schlammkasten an der genannten Stelle vollständig verlassen; statt dessen bringt man auf den Höfen Sinkkasten an, die in ähnlicher Weise eingerichtet sein müssen, wie die oben beschriebenen Strassengullies.

In die Grundleitung münden nun mittelst möglich sanfter Bogen sämmtliche Abfallrohre des Hauses — die Fallrohre der Wasserklosets, die Abflüsse der Küchenausgüsse, Badewannen, Waschküchen u. s. w., deren Zahl je nach der Grösse und Einrichtung der Häuser äusserst verschieden ist. — Das Fallrohr der Wasserklosets wird gewöhnlich von Eisen hergestellt, asphaltirt und hat einen inneren Durchmesser von 10—14 Cm. Dasselbe hat vor seinem Uebergang in die Grundleitung keinen Siphon, sondern communicirt direct mit der öffentlichen Leitung. Das obere Ende dieses Fallrohres wird bis über das Dach hinaus verlängert; es dient somit zur Ventilation der Hausleitung und in vielen Fällen auch zur Ventilation des Stras-

1) Siehe hierüber die schon oft angeführten Schriften von Mitgau und Kaftan; auch Janke, Die Schwemmkanalisation und die Anschlüsse der Grundstücke an dieselbe. 1879. S. 17 u. flgde.

sensielnetzes; die einzelnen Klosets stehen durch kurze Seitenrohre mit dem Fallrohre in Verbindung. — Die gebräuchlichen Wasserklosets sind von verschiedener Construction. Sie lassen sich im Allgemeinen auf drei Typen zurückführen, die ebensoviele Verschiedenheiten in der Einrichtung der Wasserverschlüsse bezeichnen:

Bei dem sehr gebräuchlichen „Pankloset" wird der Wasserverschluss durch eine Schaale hergestellt, welche durch ein Gegengewicht an die untere Oeffnung des Abtritttrichters angedrückt wird und fortwährend eine Wassersäule von etwa 7 Cm. Höhe enthält. Durch eine Drahtverbindung, die mit einem Handgriff auf dem Sitzbrett endigt, kann die Schaale gesenkt werden und es fliesst dann der Inhalt des Trichters direct in das Fallrohr ab; zugleich aber ist die Einrichtung getroffen, dass beim Senken der Schaale aus einem etwa 1,5 Meter über dem Sitzbrett befindlichen Wasserreservoir durch eine Bleiröhre Wasser in den Trichter eintritt und die Wände desselben bespült; nachdem die Schaale sich wieder gehoben hat, bleibt in derselben eine Schicht reinen Wassers zurück. Das Reservoir über dem Sitzbrett füllt sich aus der Wasserleitung auf automatischem Wege und zwar strömt ihm beim Gebrauche des Klosets immer gerade soviel Wasser zu als ins Fallrohr abgeflossen ist.

Bei den Wasserklosets mit Klappen, die namentlich in Amerika beliebt sind, ist die Schaale durch ein Klappenventil ersetzt. — Am einfachsten in ihrer Construction sind diejenigen Klosets, bei denen der Wasserverschluss durch einen Siphon hergestellt wird. Sie empfehlen sich ihrer Billigkeit halber besonders für Häuser mit einer weniger wohlhabenden Bevölkerung. Damit aber solche Wasserverschlüsse vom sanitären Standpunkte aus keine Bedenken einflössen, muss einmal der Wasserzufluss genügend sein, so dass der Siphon nach jedem Gebrauche des Klosets vollständig mit reinem Wasser gefüllt werden kann; sodann darf die Höhe der abschliessenden Wassersäule jedenfalls nicht unter 2.5 Cm. bleiben: wie nämlich Beobachtungen Lissauer's [1]) gezeigt haben, wird eine niedrigere Wassersäule leicht durch den Druck eines aufsteigenden Luftstromes überwunden, welcher dann eintreten kann, wenn im Bereiche desselben Fallrohrs vehemente Spülung stattfindet; ausserdem kann bei flachen Siphons der Wasserverschluss durch sturzweises Eingiessen in denselben sich selbst entleeren. Zur Vermeidung dieser Uebelstände ist, ausser der gehörigen Höhe der abschliessenden Wassersäule, noch die directe Ventilation des Siphonrohres durch ein besonderes, im Scheitel des Siphons angebrachtes Ventilationsrohr von genügender Weite nothwendig; bei einstöckigen Häusern dürfte es übrigens genügen, wenn das Fallrohr selbst bis über das Dach hinaus verlängert ist. Zur Vermeidung von Verstopfungen darf die innere Weite des Siphonrohres nicht geringer sein als 10 Cm. — Es gibt auch Wasserklosets, in welchen man die Schaale oder Klappenventile mit Siphons verbunden und auf diese Weise einen doppelten Wasserverschluss hergestellt hat (System Jennings in London). Dieses Kloset bedarf zu seiner Reinigung eine bedeutend grössere Wassermenge als die übrigen, da sonst die im Siphon zurückbleibenden

1) Ueber das Eindringen von Kanalgasen in die Wohnräume. Deutsch. Vierteljahrsschr. f. öffentl. Gesundheitspflege. XIII. S. 341.

Fäcalien üble Gerüche verbreiten können. In Berlin haben sich aus diesem Grunde Klosets mit Doppelverschluss nicht bewährt, während das einfachere Pankloset sehr gute Dienste leistet.

Für arme Stadtviertel mit dichtbevölkerten Häusern, ferner für Schulen, Kasernen, Fabriken, empfehlen sich die von England[1]) ausgegangenen „Trogklosets“ (tank or trough closets). Dieselben bestehen in einem Troge, in welchen eine grössere Anzahl von Abtritttrichtern mündet. Der Trog ist bis zu einer gewissen Höhe mit Wasser gefüllt und hat nach dem einen Ende hin eine geringe Neigung; an diesem Ende befindet sich eine Klappe, die geöffnet wird, wenn der Inhalt entleert werden soll. Das Abflussrohr hat direct unter dem Trog, wo es am zugänglichsten ist, einen Siphon. Am oberen Ende des Troges befindet sich der Hahn der Wasserleitung. Hierbei hat der einzelne Besucher mit der ganzen Vorrichtung nichts zu thun, sondern die Leerung des Troges, seine Spülung und Anfüllung mit reinem Wasser wird einer besonderen Persönlichkeit anvertraut.

Bei zweckmässiger Einrichtung der Hausleitungen und guter Construction der Wasserklosets sind die letzteren vollkommen geruchlos und können ohne irgendwelche Unannehmlichkeiten mitten in bewohnten Räumen angebracht werden. Es gibt keine Abtrittseinrichtung, die so rein gehalten werden könnte und so sehr die Wohnungsluft vor Verunreinigung mit den Ausdünstungen der Fäcalmassen garantiren würde, wie das Wasserkloset. Doch setzt sein regelmässiger Gebrauch eine hinreichende Wasserversorgung der Häuser bis ins oberste Stockwerk voraus. Der Wasserverbrauch in den Klosets ist sehr verschieden, je nach ihrer Construction: in Danzig beträgt er bei regelmässiger Benutzung $1^3/_4$ Liter pro Sitzung[2]); im Allgemeinen variirt er zwischen 2—5 Liter pro Kopf der Bevölkerung im Tag.

Neben dem Kloset muss ein separates Pissoir vorhanden sein, das in Privathäusern am besten aus einem Porzellanbecken besteht, über welchem ein Hahn der Wasserleitung angebracht ist; das Abflussrohr des Pissoirs soll mit Wasserverschluss und Ventilationsrohr versehen sein.

Das von Vielen gefürchtete Einfrieren des Wassers in den Zuleitungsröhren, den Wasserverschlüssen oder Abfallröhren ist leicht zu vermeiden, wenn man bei Einrichtung der ganzen Hausentwässerungsanlage die klimatischen Verhältnisse der betreffenden Stadt berücksichtigt. In Petersburg kommt auch im strengsten Winter ein Gefrieren des Wassers in den Wasserklosets niemals vor; allerdings sind daselbst sowohl die Klosets, als auch alle Röhrenleitungen innerhalb der Häuser und Wohnräume angebracht. Bei Hofklosets muss der Wasserverschluss in eine

1) Deutsch. Vierteljahrsschr. f. öffentl. Gesundheitspflege. III. S. 189.
2) Münchener Berichte. Beil. VII z. III. Ber. S. 55.

frostfreie Tiefe verlegt werden; auch der Wasserzufluss ist durch besondere Vorrichtungen vor dem Einfrieren zu schützen.[1])

Die Abfallrohre aus Küchen, Waschküchen, Badestuben u. dgl. bekommen gewöhnlich einen Durchmesser von 5 bis 8 Cm. und sollen sich in gleicher Weite über das Dach als Dunstrohre fortsetzen. Die zu den einzelnen Ausgüssen führenden Seitenröhren müssen siphonartige Wasserverschlüsse besitzen.[2]) Ueber jedem Ausgusse, Spültische u. dgl. muss ein Zapfhahn angebracht sein. Zum Zurückhalten gröberer Gegenstände soll in den Küchenausgüssen u. s. w. unmittelbar über dem Abflussrohr ein unabhebbares Gitter angebracht sein. Die Abfallrohre können entweder direct in die Grundleitung münden, oder man kann vor ihrer Vereinigung mit der letzteren noch eine Art Sandfang oder Sinkkasten anbringen, wie dies durchwegs in Frankfurt a. M. geschehen ist, wo die Abfallrohre der Küchen und Waschküchen vor ihrer Einmündung in die Grundleitung eine siphonartige Biegung besitzen. Dieser Siphon befindet sich in einem besonderen Einsteigeschacht (Siphonschacht) und wird von Zeit zu Zeit gereinigt. In Berlin werden bei Räumen, in denen Sand zum Scheuern in grosser Menge benutzt wird, zur Abhaltung desselben von den Strassensielen Gullies in der Specialleitung angebracht. Für Localitäten, welche in ungewöhnlich grosser Menge fettige oder seifenartige Abgänge produciren, sind sog. Fetttöpfe in die Specialleitung einzuschalten. Dieselben sind von Gusseisen, emaillirt, und müssen behufs zeitweiliger Reinigung zugänglich sein; die Abflussröhren derselben haben einen siphonartigen Wasserverschluss von mindestens 10 Cm. Weite.

Die an der Hinterfront der Gebäude oder auf dem Hofe befindlichen Regenabfallröhren werden direct mit der Grundleitung verbunden. Die an der Vorderfront hinabgeführten Regenrohre können entweder der Hausanschlussleitung oder direct dem Strassensiel zugeführt werden (Berlin). In neuerer Zeit hat man diese Regenrinnen vielfach zur Ventilation des Sielnetzes benutzt, indem man sie unter dem Trottoir fortführte und sodann durch ein auf dem Scheitel des Sieles senkrecht stehendes Rohr mit der Strassenleitung verband. Da hierbei ein Wasserverschluss unmöglich ist, andererseits aber von Ziegeldächern leicht kleinere Ziegelstücke in das Rohr gelangen, so hat man, um diese letzteren vom Siele abzuhalten, das Regenabfallrohr gabelförmig getheilt, den senkrecht stehenden Schen-

1) Die Einrichtung der Berliner Hofklosets s. bei Mitgau a. a. O. S. 7.

2) Ueber die Ventilation dieser Abfallrohre s. weiter unten.

kel desselben für die Ventilation des Kanals bestimmt, im zweiten Schenkel aber einen Siphon eigenthümlicher Construction eingeschaltet, durch welchen Fremdkörper zurückgehalten werden; durch Abschrauben der unteren Platte kann man denselben von Zeit zu Zeit reinigen.

Die Benutzung der Regenabfallrohre zur Ventilation der Strassensiele ist natürlich nur dann thunlich, wenn die ersteren nicht unter Dachfenstern endigen. Von einzelnen Seiten (Wiebe) wird übrigens die Benutzung der Abfallröhren aus den Regenrinnen zur Ventilation der Kanäle überhaupt missbilligt, weil bei starkem Regen das in ihnen hinabfallende Wasser mitgerissene Luft in sie hineintreibe, so dass zu einer Zeit, wo die Luft in den Kanälen dem in grosser Menge einströmenden Wasser Platz machen muss, nicht nur dieses Entweichen der Luft behindert, sondern neue Luft in die Kanäle hineingetrieben werde, so dass leicht nachtheilige Spannungen der Luft im Sielnetze stattfänden. Schwerlich dürfte diese Befürchtung, die doch wesentlich nur auf aprioristischer Anschauung beruht und durch die Erfahrung bis jetzt keine Bestätigung erhalten hat, schwerwiegend genug sein, um die Benutzung der Regenröhren zur Ventilation des Sielnetzes, die ja in mancher Hinsicht so gute Dienste leistet, zu beseitigen.

Was die Abwässer aus gewerblichen Anlagen und Fabriken betrifft, deren Menge oft sehr gross ist, so sollten dieselben, wenn man das der Schwemmkanalisation als Städtereinigungsmethode zu Grunde liegende Princip aufrecht erhalten will, ebenso gut wie die Hauswässer den städtischen Sielen übergeben werden. Da sie nun aber nicht selten Substanzen enthalten, welche die Verwendung des Sielwassers zur Berieselung oder seinen Einlass in Wasserläufe unmöglich machen würden, so sind besondere Vorschriften darüber nöthig, ob und unter welchen Umständen (vorausgehende Reinigung durch Klärung, Desinfection u. s. w.) Fabrikseffluvien den öffentlichen Leitungen übergeben werden dürfen.

Gut eingerichtete Pissoirs in öffentlichen Localen sowie Strassenpissoirs sind ein nicht zu verachtender Factor einer zweckentsprechenden Städtereinigung, denn sie sind es, die fast allen jenen Harn aufnehmen, welcher niemals und nirgends in die Abtritte gelangt und, bei Abwesenheit öffentlicher Pissoirs, fast ausschliesslich dem Erdreich übergeben wird. Zahl und Einrichtung dieser Pissoirs müssen also dem Bedürfnisse der Bevölkerung entsprechen. In sanitärer Hinsicht ist an sie die Bedingung zu stellen, dass sie reichlich mit Wasser gespült werden und keinen Urin dem Erdboden übergeben, sondern denselben rasch und ausschliesslich den Strassensielen zuführen. Boden und Wände, überhaupt alle Theile, die vom Urin getroffen werden können, müssen aus wasser-

dichtem, glattem Material bestehen (Schieferplatten, polirte Granit- oder Marmortafeln) und permanent mit Wasser bespült werden. Der Boden soll nach dem Abflussrohre hin leicht geneigt sein; das letztere muss einen siphonartigen Wasserverschluss gegen das Strassensiel hin besitzen. Wichtig ist es, dass alle öffentlichen Pissoirs gut beleuchtet seien.

Obligatorischer Anschluss. Die Frage, ob in einer mit Schwemmkanalisation versehenen Stadt die Hauseigenthümer zum Anschluss der Hausdrainage an die Strassensiele zu verpflichten seien, wurde in verschiedener Weise beantwortet. Hobrecht hielt für Berlin den Zwang zum Anschluss der Grundstücke aus vielen Gründen nicht für erspriesslich und auch für unnöthig, indem er darauf rechnete, dass die mit der Kanalisation verbundenen Vortheile und Annehmlichkeiten auch ohne Zwang die Hausbesitzer bewegen würden sich den Strassensielen anzuschliessen. Andererseits hielt man es für unmöglich den Hanseigenthümern in dieser Beziehung freie Wahl zu lassen, weil man fürchtete, es möchten hierbei Viele auf Grund falscher finanzieller Vorstellungen oder aus Apathie ihre Grundstücke im Zustande früherer Unreinlichkeit belassen.

In der That handelt es sich hier, wie bei allen Fragen der öffentlichen Gesundheitspflege darum, dass nicht das gemeinschaftliche Interesse durch die Gleichgültigkeit und Nachlässigkeit Einzelner gefährdet werde, und von diesem Standpunkte aus lassen sich wirklich Betrachtungen anstellen, welche einen Zwang zum Anschlusse der Hausentwässerungsanlagen an die öffentlichen Leitungen gerechtfertigt erscheinen lassen. Erstens hat, ohne Zweifel, die Gesammtheit ein Interesse an der Reinlichkeit jedes einzelnen Hauses und des unter demselben befindlichen Erdreiches; sodann wird die Spülung und somit der ganze Betrieb des Sielsystems um so besser sein, je mehr Wasser den Kanälen zuströmt; endlich würde es fast unmöglich sein, den Antheil der einzelnen Hausbesitzer an den Ausgaben für die Kanalisation zu berechnen, wenn man nicht mit Sicherheit annehmen könnte, dass alle Grundstücke, die an den kanalisirten Strassen liegen, sich dem Sielnetze anschliessen werden. — Man hat vielfach geglaubt, sich mit einem Verbote der Abtrittgruben begnügen zu müssen, in der Erwartung, dass dann von selbst der Anschluss der Grundstücke an die Kanalisation erfolgen werde. Allein Vernichtung der Abtrittgruben ist durchaus nicht identisch mit Herstellung einer zweckmässigen Hausdrainage, wie sie die Schwemmkanalisation verlangt. Aus diesen Gründen ist man denn schliesslich fast überall zu Ortsstatuten mit Verpflichtung der Hausbesitzer zu Ableitung ihres Hauswassers in die Strassensiele gelangt (Danzig, Berlin).[1] — Bindende Vorschriften über Einführung

---

1) § 1 und 2 der Berliner Polizeiverordnung vom 14. Juli 1874, die Hausentwässerung in den kanalisirten Stadttheilen betreffend, lauten folgendermaassen:

§ 1. In denjenigen Stadttheilen und Strassen, welche bei der bevorstehenden

der Wasserklosets existiren nirgends, einmal, weil überhaupt die mit dem Wasserkloset verbundenen Annehmlichkeiten so gross sind, dass dasselbe für sich selbst Propaganda macht, — zweitens, weil es immer noch Städte gibt, die, obgleich von der Nothwendigkeit der Kanalisation überzeugt, doch Bedenken tragen, die Schwemmkanalisation consequent durchzuführen und mit der Einleitung der Fäcalien in die Siele zurückhalten (s. unten). Wo aber Wasserklosets schon existiren, da soll die Einleitung der Fäcalien in die Strassenkanäle obligatorisch sein.

g. Ventilation der Siele; Kanalgase.

Die Nothwendigkeit, der Ventilation der Strassensiele und Hausleitungen eine besondere Aufmerksamkeit zu schenken, wird von Niemanden geläugnet, obgleich über die sanitäre Bedeutung der Sielluft sehr verschiedene und einander diametral entgegengesetzte Ansichten existiren. Leider ist, trotz einzelner, wichtiger Untersuchungen die Frage über die Beschaffenheit der Luft in den Sielen noch nicht hinreichend aufgeklärt. Dieser Umstand ist vor allem den auch unter den Vertretern der medicinischen Wissenschaft äusserst verworrenen Anschauungen über die Aetiologie der Infectionskrankheiten (Abdominaltyphus, Cholera, Diphtherie) und anderer Leiden (Diarrhoe, Bronchitis) zuzuschreiben. Diese Lehre ist namentlich von England aus unterstützt worden und unter dem Namen „Kanalgastheorie“ (sewer-gases-theory) bekannt. Begreiflicherweise ist es an dieser Stelle nicht unsere Aufgabe zu besprechen, inwieweit die Kanalgastheorie mit dem gegenwärtigen Stande der wissenschaftlichen Forschung über die Aetiologie und Verbreitung der Infectionskrankheiten übereinstimmt; auch ist es hier unmöglich, die einzelnen Fälle, in welchen das vermuthete Austreten von Kanalgasen in die Häuser Typhus,

---

Kanalisirung der Stadt mit unterirdischer Entwässerungsanlage versehen werden, ist jedes bebaute Grundstück durch ein in dasselbe einzuführendes Rohr (Hausableitungsrohr) an das Strassenrohr resp. den Strassenkanal anzuschliessen. Durch das Hausableitungsrohr ist das Regenwasser, Haus- und Wirthschaftswasser in das Strassenrohr resp. den Kanal abzuführen. Feste Stoffe, wie Küchenabfälle, Müll, Kehricht, Schutt, Sand, Asche u. dgl. dürfen in das Hausableitungsrohr nicht abgeführt werden. Aus allen Wasserklosets müssen auch die menschlichen Excremente durch das Hausableitungsrohr in das Strassenrohr ... abgeführt werden.

§ 2. Auf den Grundstücken derjenigen Strassenstrecken, in denen die Kanalisation zur Ausführung gelangt, ist die Anlegung neuer Abtrittgruben nicht gestattet. Die auf solchen Grundstücken vorhandenen Abtrittgruben dürfen in keiner Weise mit der Hausentwässerung in Verbindung stehen oder gesetzt werden. Jede Verbindung einer Abtrittgrube mit einer Entwässerungsanlage ist innerhalb vier Wochen nach geschehener Aufforderung zu beseitigen.

(Verordnungen und Bestimmungen in Betreff der Hausentwässerungen und der Anschlüsse an die Kanalisation von Berlin. 1879.)

Für die Stadt Basel waren, im Falle der Einführung der Schwemmkanalisation, ähnliche Vorschriften projectirt (Göttisheim in der Deutsch. Vierteljahrsschrift f. öffentl. Gesundheitspflege. V. S. 523 u. flgde.).

Diphtheritis u. s. w. verursacht haben soll, zu analysiren, — aber wir müssen erörtern, inwieweit das, was man über die Beschaffenheit der Luft in gutgebauten Sielen und ihr Verhalten zu den Wohnungen weiss, Veranlassung zu gegründeten Befürchtungen in Bezug auf Verderbniss der Wohnungsluft und Verbreitung specifischer Krankheitskeime geben kann.

Die Beschaffenheit der Sielluft hängt wesentlich von der technischen Ausführung des Kanalnetzes selbst ab. In alten, unzweckmässig gebauten Kanälen, die sehr viel Aehnlichkeit haben mit grossen Abtrittgruben, wo die Fäcalmassen so lange verweilen, dass weitgehende Fäulnissprocesse möglich sind, ist eine reine Luft von vornherein nicht zu erwarten. Dementsprechend fand denn auch Parent-Duchâtelet[1]) in der Luft eines älteren Pariser Kanals nur 13.99 % Sauerstoff und nicht weniger als 2.99 % Schwefelwasserstoff. Gaultier de Claubry[2]) fand im Mittel aus 19 Analysen der Luft alter Pariser Kanäle 1.25 % Schwefelwasserstoff und 3.4 % Kohlensäure; die geringste gefundene Menge Sauerstoff war 17.4 %. Es ist unter diesen Umständen nicht wunderbar, dass solche Kanäle zuweilen zu acuten Vergiftungen durch Kloakengase Veranlassung gaben.

Ganz andere Zusammensetzung zeigt die Luft in richtig construirten Schwemmkanälen, in welchen die Fäcalmassen keine Zeit zu fortgeschrittenen Fäulnissprocessen haben, sondern innerhalb äusserst kurzer Zeit nach ihrer Entleerung aus dem Bereiche der Stadt entfernt werden. Das Urtheil aller Sachverständigen, welche jemals solche Siele begangen haben, lautet im Allgemeinen sehr günstig über die Beschaffenheit der Sielluft.

Nach der Angabe Varrentrapp's[3]) kommen auch während heisser, trockener Sommer üble Gerüche in den Kanälen von Altona nur vorübergehend vor, wenn z. B. von Lohgerbereien oder anderen gewerblichen Anlagen plötzlich grosse Mengen schlecht riechender Flüssigkeit in die Siele entleert werden. Im Winter, wenn die wärmere Kanalluft als sichtbarer Dampf aus den Strassenlöchern aufsteigt, kann man sich von ihrer Geruchlosigkeit überzeugen. — An den Mündungen der Strassenrinnen in die Kanäle kamen sowohl in Hamburg als auch in London zuweilen üble Gerüche vor, als diese Einrichtungen noch nicht mit Schlammkasten und Wasserverschluss versehen waren. — Die Münchener Commission[4]) fand die Luft in den Frankfurter Sielen schwach dumpfig, kellerartig, doch meist ohne bemerkbaren Geruch. — Mitgau[5]) constatirt, dass in

1) Parent-Duchâtelet, Hygiène publique. I. p. 209 u. 390.
2) Ibid. p. 389.
3) Varrentrapp, Ueber Entwässerung der Städte. S. 138.
4) Münchner Berichte. VII. Beil. z. III. Ber. S. 4.
5) Mitgau, a. a. O. S. 9.

den Einsteigeschächten der Berliner Kanäle eine irgendwie unangenehme Ausdünstung nicht bemerkt wird. — In den Münchener Sielen ist nach Pettenkofer[1]) bei guter Spülung der Geruch auffallend gering; nur bei mangelhafter Spülung und Stagnation des Inhalts wurde an einzelnen Stellen ein übler, fauliger Geruch wahrgenommen. Vermuthlich aus demselben Grunde hat auch die Münchener Commission in Danzig an der Mündung einiger Einsteigeschächte einen starken üblen Geruch bemerkt.[2])

Das Material über chemische Analysen der Sielluft ist noch sehr dürftig und die vorliegenden Angaben können auf keine allgemeine Bedeutung Anspruch machen. Ueber den Einfluss der Ventilation, der Temperaturschwankungen, der die Siele durchströmenden Flüssigkeitsmenge u. dgl. auf die Beschaffenheit der Sielluft wissen wir gar nichts. Einige Anhaltspunkte zur Beurtheilung der chemischen Zusammensetzung dieser Luft gibt folgende Zusammenstellung vorhandener Analysen (die Zahlen bedeuten Volumprocente):

	CO_2	NH_3	H_2S	O	N	Autor
Neuere Londoner Siele . . .	0.532	ziemlich viel	Spuren	—	—	Letheby[3])
Neuere Lond. Siele (18 Analysen)	0.106	—	—	20.71	—	Miller[4])
„ „ „ (6 Analysen)	0.307					
Siele in Paddington (am meisten verunreinigte Luft) .	0.510	—	—	20.7	78.79	Russel[5])
Münchener Siele (5 Analysen)	0.314	0.022	0	—	—	Beetz[6])
Luft in gewöhnlichen Abtrittrohren	0.366	0.036	Spuren	—	—	„
Atmosphärische Luft . . .	0.02—0.05	0	0	20.9	79.1	„

Man sieht, dass der Sauerstoffgehalt der Sielluft sich nur äusserst wenig vom Sauerstoffgehalte der atmosphärischen Luft unterscheidet; dagegen enthält die Sielluft bedeutend mehr Kohlensäure, immer etwas Ammoniak und zuweilen Spuren von Schwefelwasserstoff. Ueber die in der Kanalluft enthaltenen Mengen übelriechender Kohlenwasserstoffe u. dgl. liegen keine Beobachtungen vor.

Eine Luft von der durch obige Analysen angedeuteten Zusammensetzung kann unter keinen Umständen giftig wirken; man könnte ihr höchstens, falls sie fortwährend durch offene Leitungen unseren Wohnungen zuströmen würde, wie dies die Luft aus den Abtritt-

1) Das Kanal- oder Sielsystem in München. S. 23 u. flgde.
2) Münchener Berichte. Beil. VII z. III. Ber. S. 54.
3) Parkes, a. a. O. S. 104.
4) Ebenda.
5) Ebenda.
6) Bayr. ärztl. Intelligenzbl. 1877. No. 20.

gruben thut, die sanitäre Bedeutung der letzteren zuschreiben; auch dieser Ausspruch kann übrigens nur mit Vorbehalt gethan werden, da im Allgemeinen die Sielluft reiner zu sein scheint als die Luft der gewöhnlichen Abtrittrohre.

Nun ist aber ein Vergleich der Abfallrohre beim Schwemmkanalisationssysteme mit den gewöhnlichen Abtrittröhren schon desshalb vollkommen unzulässig, weil bei der Schwemmkanalisation jedes Abfallrohr mit einem Wasserverschluss gegen die Wohnungen hin abgeschlossen ist, so dass ein Uebertritt der Luft aus den Hausleitungen in die Wohnungen nur dann möglich ist, wenn entweder der Wasserverschluss direct gebrochen wird, oder eine Diffusion der Sielgase durch das Wasser der Siphons hindurch stattfindet.

Da diese beiden Factoren der Kanalgastheorie als wesentliche Stützpunkte dienen, so ist es nothwendig hier die Strömungs- und Druckverhältnisse der Luft in den Sielen kurz zu besprechen.

Es ist eigenthümlich, dass eine ganze Theorie über die unheilvollen Wirkungen der in die Häuser eindringenden Sielluft entstehen konnte, ohne dass man sich vorerst die Mühe gegeben hatte, die Art der Luftbewegung in den Sielen und der sie bestimmenden Factoren einer wissenschaftlichen Analyse zu unterwerfen. Die spärlichen Kenntnisse, die wir hierüber besitzen, entstammen der neuesten Zeit. Rózsahegyi[1]) hat gefunden, dass die Bewegung der Luft in den Münchener Strassenkanälen fast constant dem Gefälle der Siele folgt, und dass weder die herrschende Windrichtung im Freien, noch die höhere Temperatur am oberen Ende des Sielnetzes, dem unteren Ende gegenüber, einen merklichen Einfluss auf Richtung und Geschwindigkeit des Luftzuges in den Sielen ausübt. Er glaubt sich berechtigt diesen vorwaltend abwärts gehenden Luftzug in den Kanälen durch Adhäsion der Luft an das in gleicher Richtung fliessende Sielwasser zu erklären.

Die Grösse des Luftwechsels in den von ihm untersuchten Sielen berechnet Rózsahegyi nach anemometrischen Beobachtungen für die Dauer von 24 Stunden wie folgt:

I. Stammsiel	46000—84000	Cbm.
II. Hauptsiel	23500—93000	„
III. Schlachthauskanal . .	21000—48000	„

Auch in dem Danziger Sielsystem herrscht nach den Beobachtungen Lissauer's (a. a. O.) im Allgemeinen ein absteigender Luftstrom, der die Luft aus dem Hause in das Siel hineinsaugt.

1) Ueber die Luftbewegung in den Münchener Sielen. Ztschr. f. Biol. XVII. S. 23 u. flgde. 1881.

In Bezug auf die Luftbewegung in den Strassenöffnungen und Hausleitungen fand Rózsahegyi, dass durch die Communicationen nach den Häusern und Strassen hin die Sielluft öfter aus- als einströmt, wie folgende Zahlen beweisen:

	hinaus	herein	windstill
Haussiele	33	21	51
Strassenöffnungen . . .	47	24	6
Summe der Bestimmungen	70	45	57

Dieses Resultat erklärt sich übrigens daraus, dass in den nach älterem System gebauten Münchener Sielen die Hausleitungen und Strasseneinläufe keine Wasserverschlüsse besitzen, so dass die Kanäle mit der Strasse und den Häusern oder Höfen frei communiciren. Die von Rózsahegyi in München gemachten Erfahrungen lassen sich desshalb nicht auf neuere Schwemmsielsysteme mit Wasserverschlüssen an den Abfallrohren der Hausleitungen und den Strasseneinläufen ausdehnen. Dies wird schon dadurch bewiesen, dass der genannte Beobachter in dem neuen Schlachthauskanale Münchens, dessen Communicationen meistens mit Wasserverschlüssen versehen sind, ganz andere Resultate erhielt: es strömte nämlich an den Haus- und Strasseneinläufen unter 21 Beobachtungen die Luft 1 mal hinaus, 3 mal in das Siel herein und 17 mal wurde an den Communicationen Windstille beobachtet.

Jedenfalls aber muss man als feststehend ansehen, dass durch sich nahe liegende Mündungen von Hausentwässerungen ein Austausch der Luft von einem Hause oder Hofe nach dem andern hin stattfinden kann, soweit die Hausleitungen, resp. deren Abfallrohre nicht mit richtig functionirenden Wasserverschlüssen versehen sind.

Doch die Wasserverschlüsse können gebrochen werden. Diese Thatsache muss man zugeben, obgleich sie von den Vertheidigern der Schwemmkanalisation, die überhaupt den Hausleitungen früher eine zu geringe Aufmerksamkeit schenkten, lange Zeit ignorirt wurde. Wie amerikanische Beobachtungen[1]) und sodann die oben angeführten Untersuchungen Lissauer's beweisen, wird die zeitweilige Insufficienz oder die vollständige Entleerung eines siphonartigen Wasserverschlusses namentlich durch Druckschwankungen und Heberwirkungen in den Hausleitungen selbst bewirkt, die in Folge vehementer Entleerung grosser Flüssigkeitsmassen auftreten; es kann also der Wasserverschluss eines Seitenrohres bei plötzlicher Entleerung eines anderen Ausgusses, der in dasselbe Fallrohr mündet, gebrochen werden; sogar Selbstentleerung siphonartiger Wasserverschlüsse kommt vor, wenn durch den zugehörigen Ausguss rasch eine grössere Flüssigkeitsmenge abströmt. Es ist wichtig, dass diese Uebelstände durch

1) Paul Gerhard, Anlagen von Hausentwässerungen u. s. w. Berlin 1880.

Vervollkommnungen in der Einrichtung der Hausleitungen und speciell in der Construction der Wasserverschlüsse gehoben werden, wenn auch keine Beobachtungen vorliegen, welche die pathogenetische Bedeutung der zufällig durch aufgehobene Wasserverschlüsse eingedrungenen Luft beweisen würden.

Renk[1]) betonte auf der Versammlung des Deutschen Vereins für öffentliche Gesundheitspflege zu Wien, dass eine Verletzung der Wasserverschlüsse vor allem durch das Volllaufen der Leitungen hervorgerufen werde. Kommt dies in einer verticalen Fallröhre, welche oben geschlossen ist, zu Stande, so werden alle seitlich daransitzenden Wasserverschlüsse, an welchen das Wasser vorbeifliesst, durch die saugende Wirkung desselben mehr weniger geschwächt, indem die Luft von aussen einzudringen versucht. Ist einmal einer der Siphons durchbrochen, so werden die anderen alsdann geschützt, indem Luft durch diesen eintritt. Wenn nach Ablauf dieses Vorganges Ruhe eintritt, so kann jetzt die Luft der Leitungen ungehindert durch den gebrochenen Wasserverschluss in das Haus eindringen.

Andererseits wirkt das in der Fallröhre sich nach abwärts bewegende Wasser, wenn es deren Querschnitt erfüllt, comprimirend auf die im unteren Theile befindliche Luft, welche nicht entweichen kann, wenn sich unterhalb ein unterbrechender Wasserverschluss vorfindet, oder der Kanal, in welchen die Leitung mündet, vollfliesst. Die so zusammengepresste Luft macht sich alsdann durch die in den unteren Stockwerken eines Hauses befindlichen Wasserverschlüsse Bahn und bricht dieselben. Auf diese Weise werden plötzlich relativ grosse Mengen (mehrere Liter) übelriechender Luft in das Haus eingetrieben, der Wasserverschluss stellt sich aber meist wieder her, da das herausgeschleuderte Wasser zurückfliessen kann. Diesen Uebelständen abzuhelfen, muss

I. das Fallrohr frei über Dach offen münden;
II. soll jedes Fallrohr eine grössere Weite haben als die Rohre der an ihm sitzenden Wassersperren, oder
III. die Wasserverschlüsse müssen an irgend einer Stelle verengert werden, so dass das Volllaufen des Fallrohres nicht zu Stande kommen kann.[2])

Soweit Beobachtungen über den Gasdruck in den Sielen selbst reichen, ist derselbe bald etwas geringer, bald etwas stärker als der Atmosphärendruck; doch pflegt der Unterschied sehr gering zu sein: Burdon-

1) Vierteljahrsschr. f. öffentl. Gesundheitspflege. Bd. XIV. S. 1.

2) Während des Druckes erschienen: Renk, Hygienische Tagesfragen. No. II. Die Kanalgase, deren hygien. Bedeutung und techn. Behandlung. München 1882.

Sanderson und Parkes fanden unter 23 Beobachtungen in Liverpool, dass in 15 Fällen der Druck im Kanal geringer war als der Luftdruck, in 8 Fällen dagegen umgekehrt. In London fand Sanderson im Allgemeinen einen etwas grösseren Gasdruck innerhalb der Kanäle als ausserhalb.[1]) Was die von Buchanan als Ursache einer Typhusepidemie in Worthing angeschuldigte Luft anbetrifft, welche während eines heftigen Regens durch die seichten Wasserverschlüsse der Klosets eindrang und von der ausserdem als etwas Auffallendes erwähnt wurde, dass sie kaum gerochen habe, so hat Pettenkofer schon längst darauf aufmerksam gemacht, dass dieselbe gar nicht aus dem Siele kam, sondern aus der Dachrinne: in Worthing ist nämlich die Einrichtung so getroffen, dass das Rohr vom Kloset und dasjenige von der Dachrinne sich in eines vereinigen, welches dann nach dem Siele führt; wenn nun durch die Dachrinne der Regen in heftigem Strome herabfliesst, so reisst er natürlich viel Luft mit und comprimirt sie wie ein Wassertrommelgebläse, und da ist es denn leicht denkbar, dass unter den angegebenen Verhältnissen ein Theil dieser Luft durch den Wasserverschluss in den Abtritt gepresst werden kann.[2])

Von vielen Seiten wird auch die Möglichkeit der Absorption der Kanalgase durch das in den Siphons befindliche Wasser mit darauffolgender Abgabe dieser Gase an die Wohnungsluft betont, wobei man sich auf die bekannten Versuche von Fergus[3]) in Glasgow stützt, der den Durchgang von Ammoniak, Schwefelwasserstoff, Chlor, schwefeliger Säure u. s. w. durch Wasserklosetsiphons augenscheinlich gemacht hat. Diesen Versuchen geht jedoch in Bezug auf die vermeintliche Bedeutung der Sielluft als Verbreiterin specifischer Krankheitskeime jede Beweiskraft ab. Dass Gase durch Wasser absorbirt werden und durch dasselbe diffundiren, ist längst bekannt; es handelt sich aber im gegebenen Falle um die Quantität der auf diese Weise in die Häuser eintretenden Kanalgase und ferner darum, ob dieselben irgend eine Beziehung zu denjenigen Krankheiten haben, an deren Verbreitung sie Schuld sein sollen.

In quantitativer Hinsicht nun können die durch Siphons in die Wohnungen übergehenden Kanalgase schwerlich ins Gewicht fallen, denn 1. ist der Absorptionscoefficient des Wassers für die meisten derselben sehr gross, 2. wird das Wasser in den Siphons oft er-

---

1) Parkes, a. a. O. S. 349.

2) Pettenkofer, Bemerkungen zu Buchanan's Vortr. „on Prof. v. Pettenkofer's theory of the propagation of Cholera and enteric fever". Deutsch. Vierteljahrsschr. f. öffentl. Gesundheitspflege. II. S. 170 u. flgde.

3) Fergus, The Sewage question with reference to traps and pipes. Glasgow 1874. Angef. bei Liernur, Ueber die Kanalisation von Städten auf getrenntem Wege. S. 82.

neuert und hat keine Zeit sich mit solchen Gasen zu sättigen, 3. ist offenbar die nach oben gerichtete Luftbewegung in den mit Wasserverschlüssen versehenen Abfallröhren äusserst gering, so dass mit den Wasseroberflächen in den Siphons nur sehr unbedeutende Luftmengen in Berührung kommen (Rózsahegyi).

Man könnte nun, von der jedenfalls richtigen Ansicht ausgehend, dass nicht die Gase an sich die Uebertragung von Infectionskrankheiten bewerkstelligen, sondern dass diese Rolle den Spaltpilzen zukomme, zum Schlusse gelangen, dass auch äusserst geringe Mengen dieser Pilze, einmal mit der Sielluft in den Wasserverschluss eingedrungen, Hausepidemien hervorzurufen im Stande seien. Doch liesse sich eine solche Behauptung nicht rechtfertigen, denn es ist durch Nägeli [1]) und Soyka [2]) hinreichend bewiesen, dass von in Ruhe befindlichen faulenden Flüssigkeiten bei unbewegter Luft keinerlei Organismen in die darüber befindliche Luft gelangen. Ueberhaupt sind die Gesetze der Diffusion der Gase auf die Verbreitung der Spaltpilze nicht anwendbar und die Versuche von Fergus und Anderen in dieser Beziehung werthlos.

Was das mit einer an Gewissheit grenzenden Wahrscheinlichkeit bewiesene Fehlen eines Causalzusammenhanges zwischen Abtrittgasen und Abdominaltyphus oder Cholera betrifft, so wollen wir uns hier mit dem Hinweis auf die bezüglichen Arbeiten Pettenkofer's und Anderer, die vorzugsweise in der Zeitschrift für Biologie niedergelegt sind, begnügen; namentlich sind es die Beobachtungen Port's [3]) in den Münchener Kasernen, welche jeden Gedanken an einen Einfluss der Abtritte und ihrer Ausdünstungen auf die Verbreitung der Cholera und des Typhus absolut zurückweisen. — Die von Fergus und Anderen behauptete Zunahme der Diphtherie im Zusammenhang mit der Einführung der Schwemmkanalisation ist von Soyka [4]) auf Grund statistischer Zahlen jedes Scheines von Wahrscheinlichkeit beraubt worden. Es genügt übrigens ein einfacher Ueberblick über die zeitliche und örtliche Verbreitung der Diphtherie an Orten, wo sie epidemisch auftritt, um sofort die Schwemmkanalisation als ätiologisches Moment für die Uebertragung des diphtheritischen Krankheitskeimes auszuschliessen. Die Anhänger der Kanalgastheorie können versichert sein, dass kein einziges der Dörfer in den südwestlichen Gouvernements Russlands, in welcher während der letzten Jahre die Diphtherie zeitweilig so furchtbar gewüthet hat, mit Schwemmkanälen versehen ist.

---

1) Nägeli, Die niederen Pilze. S. 108.

2) Sitzungsber. d. kgl. bayr. Acad. d. Wissensch. 1879.

3) Bericht üb. d. Cholera-Epidemie 1873/74 in d. Garnison München. Ztschr. f. Biol. XI. S. 483.

4) Kritik der gegen die Schwemmkanalisation erhobenen Einwände. S. 55 bis 68. München 1880; Untersuchungen zur Kanalisation. Ztschr. f. Biol. XVII. S. 368; vgl. auch das Referat von Soyka, Ueber Kanalgase als Verbreiter epidemischer Krankheiten in der XIV. Versammlung des Deutschen Vereins f. öffentl. Gesundheitspflege in Wien. Vierteljahrsschr. f. öffentl. Gesundheitspflege. 1881.

Nebst der raschen Strömung des Sielinhaltes und seiner grossen Verdünnung durch Wasser ist die Ventilation der Siele das sicherste Mittel die Luft derselben rein zu erhalten. Sie ist ebenso nothwendig wie der Luftwechsel in den Strassen. — Früher (auch jetzt noch bei den Pariser und Münchener Sielen) dienten allgemein die Mündungen der Strassenrinnen als wirksames Ventilationsmittel der Siele. Seit der Einführung der Schlammkasten jedoch, und des luftdichten Verschlusses in denselben, benutzt man zur Beförderung des Luftwechsels in den Kanälen die Einsteigeschächte, und um der an diesen Stellen austretenden Sielluft allen üblen Geruch zu nehmen, versieht man dieselben nach dem Vorgange Rawlinson's[1]) mit Kohlenfiltern.

Hierbei darf natürlich das Filter nicht direct in oder unter der Oeffnung des Schachtes gegen die Strasse hin angebracht werden, weil sonst darauf fallendes Tagwasser dasselbe bald unwirksam machen würde. Rawlinson hat daher das obere Ende des Schachtes theilweise erweitert und die Erweiterung, die sich ebenfalls nach der Strasse hin öffnet, durch eine Wand, in welcher sich das Filter befindet, vom Schacht getrennt. Der Schacht selbst ist mit einem ganzen Deckel von Gusseisen überdeckt; die Erweiterung dagegen besitzt einen durchlöcherten Deckel, durch welchen die Sielgase, nachdem sie das Filter passirt haben, auf die Strasse austreten können. Sollte Regenwasser in die Erweiterung gelangen, so kann es durch eine Seitenöffnung in das Siel abfliessen, ohne durch das Filter hindurchtreten zu müssen. Wenn die Kohle einige Zeit gedient hat, muss sie geglüht werden und kann dann abermals benutzt werden. Der Widerstand, den diese Filter der Luft entgegensetzen, ist sehr gross, so dass die Wirksamkeit der Ventilation durch dieselben bedeutend abgeschwächt wird. Früher verlangte Rawlinson auf 1 engl. Meile Kanallänge 9—18 Ventilationsschächte mit Kohlenfiltern; in neuerer Zeit jedoch empfiehlt er die letzteren nur für besondere Fälle und legt das Hauptgewicht auf einen reichlichen Zutritt frischer Luft zu den Kanälen.[2])

Eine andere, in neuerer Zeit vielfach angewandte Construction des Kohlenfilters ist von Latham[3]) empfohlen. Dieses Filter stellt eine doppelte Spirale dar, in welcher ein Gewinde (aus Drahtnetz) mit Kohle gefüllt ist, während das andere zum Ablauf des Strassenwassers in den Kanal dient.

Im Ganzen scheinen sich die Kohlenfilter in der Praxis nicht sehr bewährt zu haben oder vielmehr als überflüssig betrachtet zu zu werden: in Frankfurt und Danzig sind dieselben angeschafft, jedoch gar nicht oder nur in einzelnen Fällen benutzt worden; in

---

1) Siehe hierüber Bürkli, a. a. O. S. 218 und Kaftan, a. a. O. S. 141.
2) Virchow, Generalbericht. S. 146.
3) Kaftan, a. a. O. S. 139.

Berlin sind sie gar nicht zur Anwendung gekommen. In allen diesen Städten erzielt man die Ventilation der Siele nach den Strassen hin einfach dadurch, dass die Einsteigeschächte oder besondere Ventilationsschächte von kleinerem Durchmesser (Frankfurt), die an der Strassenoberfläche ausmünden, mit durchlöcherten Deckeln versehen werden. In Berlin dienen ausserdem auch die Strasseneinläufe der Ventilation, da sie nicht mit Wasserverschlüssen versehen sind.

Man hat zur Verstärkung der Luftbewegung in den Strassensielen zuweilen an Scheitelpunkten des Sielsystems besondere Ventilationsthürme mit Kohlenfeuerung errichtet, in der Hoffnung eine aspirirende Wirkung auf grössere Entfernungen hin ausüben zu können (London, Frankfurt a. M.). Versuche in London haben indessen gezeigt, dass ein solcher Ventilationsthurm die Luft in den Sielen nur mit einer Geschwindigkeit von 0.03 Meter in der Secunde in Bewegung setzen würde, während diese Luft ohne besondere Ventilation schon eine Geschwindigkeit von 0.5 Meter in der Secunde hat. Ausserdem würde in Folge der Reibung des Luftstromes an den Kanalwänden immer nur die Luft der unmittelbar an den Schlot anschliessenden Strassen- und Hausleitungen dem Feuerheerde zuströmen; auf die entfernteren Leitungen dagegen wäre die Wirkung des letzteren gleich Null.[1]) — Die Ventilation der Strassensiele durch Pulsion empfiehlt sich desshalb nicht, weil hierbei leicht in einzelnen Kanälen und Hausleitungen ein stärkerer Gasdruck entstehen und die Luft durch die Siphons in die Häuser getrieben werden könnte.

Ueberhaupt dürfte bei der starken Verzweigung und den zahlreichen Communicationen, die dem Sielsysteme eigen sind, die vorwiegende Centralisation der Ventilation an gewissen Punkten schwerlich besondere Vorzüge besitzen; man wird im Gegentheil eine befriedigende Lufterneuerung in allen Theilen des Systemes nur dann erreichen, wenn man durch künstliche Störung des Gleichgewichtes der Gase einen lebhaften Zug in jeder Kanalpartie und in jeder Hausleitung unabhängig von der anderen einleitet.

Ausser den Einsteige- und Ventilationsschächten der Strassen sucht man diesen Zweck gegenwärtig durch freie Communication der Strassensiele und Hausleitungen mit der atmosphärischen Luft bei jedem einzelnen Hause zu erreichen, indem man einerseits in der schon oben besprochenen Weise die Regenrohre der Vorderfronten direct durch Gabelrohre mit den Strassensielen verbindet, andererseits die sämmtlichen Abfallrohre der Häuser als

1) Kaftan, a. a. O. S. 139.

Dunstrohre bis über das Dach hinaus verlängert. Hierbei wird die Ventilation der Hausleitungen theilweise oder ganz von derjenigen der Strassenleitungen getrennt. Im letzteren Falle stehen nur die Regenröhren in directer Communication mit den Strassenkanälen, während die von den Sielen durch eine Klappe (Berlin) abgeschlossenen Hausleitungen durch die zahlreichen Abfallrohre ventilirt werden; bei nur theilweiser Abschliessung der Hausleitungen von der Strassenleitung, wo die Fallrohre der Klosets in freier Communication mit der letzteren belassen werden (Frankfurt a. M.), dienen auch diese Rohre der Ventilation der Siele. Es ist noch eine offene Frage, welcher von diesen beiden Modificationen der Vorzug gebührt, aber allgemein wird anerkannt, dass die Benutzung der Regen- und Abfallrohre zur Ventilation der Siele und Hausleitungen zweckentsprechend sei, und dass die früher vielfach gehegten Befürchtungen über Verunreinigung der Strassenluft durch das Ausströmen der Kanalgase aus zahlreichen Oeffnungen grundlos seien; die grosse Verdünnung durch die atmosphärische Luft macht diese Gase, die ja, wie wir oben sahen, an sich schon fast geruchlos sind, vollständig unmerkbar. Als allgemeine Regel für die Benutzung der Abfallrohre zur Ventilation muss aber die Vorschrift gelten, dieselben nicht nach oben enger werden zu lassen, sondern sie in gleicher Weite bis über das Dach zu führen. Wo die bauliche Einrichtung des Hauses es gestattet, kann das Abfallrohr in die Nähe eines Rauchrohres gelegt werden, wodurch die Luftströmung im ersteren befördert wird; auch das Anbringen besonderer Ventilatoren (Wolpert'sche Luftsauger) am oberen Ende des Abfallrohres ist empfohlen worden.

Von England und Amerika aus werden in neuerer Zeit immer wieder Stimmen laut, welche die Ventilation der Strassenkanäle von der Ventilation der Hausleitungen vollkommen getrennt wissen wollen und zu diesem Zwecke das Einschalten eines unterbrechenden Wasserverschlusses (disconnecting trap) in der Grundleitung vorschlagen. Damit aber in diesem Falle bei Leerung eines Klosets oder Ausgusses nicht durch heberartige Wirkung der Siphon eines benachbarten Klosets oder Ausgusses entleert, oder der Wasserverschluss desselben durch Ueberdruck comprimirter Luft gebrochen werde[1]), soll, abgesehen von dem bis über das Dach verlängerten

1) Vor diesem Brechen der siphonartigen Wasserverschlüsse soll auch die Verlängerung der Abfallrohre als Dunstrohre, nach Experimenten, die in Boston (Amerika) angestellt wurden, nicht immer schützen. Siehe hierüber die Schrift von Paul Gerhard, Anlagen von Hausentwässerungen nach Studien amerikanischer Verhältnisse. Berlin 1880.

Fallrohre, noch ein besonderes Ventilationsrohr angelegt werden, mit welchem alle Siphons durch eigene, in ihrem Scheitelpunkte angebrachte Röhrchen in Verbindung stehen, so dass eine selbstständige Ventilation des Raumes über dem Siphon in jedem Zweigrohre stattfindet. Dazu käme dann noch ein, ebenfalls in die Hausleitung mündendes, Zuleitungsrohr für frische Luft. Die Nothwendigkeit einer derartigen Ventilation der Hausleitungen wird auch durch die Untersuchungen Lissauer's sehr nahe gelegt.[2])

h. Schliesslicher Verbleib des Kanalwassers; verschiedene Reinigungsmethoden desselben.

Die Frage nach dem endlichen Verbleib des Kanalwassers wird allgemein als die schwache Seite der Schwemmkanalisation angesehen, und in der That ist es nicht leicht, eine in jeder Beziehung befriedigende Lösung derselben zu finden. Man darf übrigens nicht vergessen, dass die Schwierigkeit, eine geeignete Verwendung für die Kloakenflüssigkeit zu finden, durchaus nicht nur das Schwemmsielsystem betrifft, sondern ebenso gut auch bei den oben beschriebenen Methoden der Fäcalienabfuhr vorhanden ist. Der Unterschied besteht lediglich darin, dass die Abfuhrmethoden, bei denen es sich nur um Beseitigung der menschlichen Excremente handelt, es mit relativ geringen Mengen von Unrathstoffen zu thun haben, während der Schwemmkanalisation, die alle städtischen Schmutzwasser berücksichtigt, eine viel weitere, aber auch schwieriger zu erfüllende Aufgabe zufällt. Die Verlegenheiten, welche durch die Frage nach dem endlichen Verbleibe des Sielinhaltes den kanalisirten Städten bereitet werden, sind noch dadurch künstlich vergrössert worden, dass man diese rein sanitäre Angelegenheit vielfach in ganz irriger Weise durch Beiziehung der sog. Interessen der Landwirthschaft verwirrt hat. Ausserdem wird eine allseitig befriedigende Lösung der Frage auch dadurch erschwert, dass bei dem gegenwärtigen Stande der wissenschaftlichen Forschung es nicht immer möglich ist, zwischen dem hygienisch Unschädlichen oder Zulässigen und dem Schädlichen oder Unzulässigen eine scharfe Grenze zu ziehen. Die Entscheidung, wie sie auch im gegebenen Falle lauten möge, hat desshalb immer nur einen relativen Werth; sie kann keine absolute, für alle Fälle gültige sein, sondern muss im Allgemeinen den Localverhältnissen angepasst werden. Bis jetzt übergibt man das Sielwasser entweder direct oder nach vorausgegangener Reinigung durch chemische Mittel, Filtration u. s. w. den Flüssen, oder man verwendet es zur Berieselung von Culturland.

1. Einleiten des Sielwassers in offene Wasserläufe; Flussverunreinigung.

Es ist bekannt, dass im Jugendstadium der Schwemmkanalisation, als das Augenmerk der englischen Städte vorzugsweise darauf

1) Lissauer berichtet, dass in Danzig bei allen neueren Anlagen von Hausleitungen in Communalgebäuden eine directe Ventilation der Wasserverschlüsse verlangt werde (a. a. O. S. 368). Vgl. auch Renk, Hygien. Tagesfragen. II. Cap. IV u. V.

gerichtet war, die Entfernung alles städtischen Unrathes, in Verbindung mit der Entwässerung des Baugrundes, auf möglichst bequeme Weise zu bewerkstelligen, das Einleiten des Sielwassers in die nächstgelegenen Wasserläufe allgemein practicirt wurde. Mit Hinsicht auf den von Alters her existirenden Gebrauch, die städtischen Abfallstoffe dem Wasser zu überliefern, war dies Verfahren auch ganz natürlich. Aber während vor dem Bestehen der Schwemmsiele ein grosser Theil der Schmutzwässer in den Boden versank, und auch der übrig bleibende Theil nicht auf einmal, sondern allmählich und an zahlreichen Stellen vertheilt in die Flüsse gelangte, führten nun die Siele grosse Schmutzwassermassen in constantem Strome den Wasserläufen zu, so dass bald aus zahlreichen Gegenden Englands Klagen über Flussverunreinigung ertönten. Wo die Schwemmsiele innerhalb der betreffenden Städte in die Flüsse mündeten, hatten diese Städte selbst unter den Folgezuständen zu leiden; wo die Einleitung des Kloakeninhaltes unterhalb der Städte erfolgte, war zwar dieser Uebelstand vermieden, aber die weiter flussabwärts gelegenenen Orte hatten nichtsdestoweniger die Unannehmlichkeiten der Flussverunreinigung zu ertragen.

Am meisten machten sich die nachtheiligen Folgen des directen Einleitens der Cloakenflüssigkeit in offene Wasserläufe in London geltend, wo zur Zeit der Fluth der Unrath sich in der Themse aufstaute und nun während der Ebbe an den blossgelegten Ufern des Flusses liegen blieb, in unerträglicher Weise die Luft verpestend. Das Themsewasser war so sehr verunreinigt, dass im Sommer 1855 nach der Angabe Faraday's selbst ganz weisse Körper, die er im Flusse langsam untersinken liess, trotz des hellsten Sonnenscheins schon einen Zoll unterhalb der Wasserfläche nicht mehr sichtbar waren.[1]) Aehnliche Zustände, in mehr oder weniger hohem Grade, machten sich auch an anderen Orten Englands geltend, so dass im Jahre 1865 eine Commission ernannt wurde mit der Aufgabe, die Ursachen zu erforschen, welchen die Verunreinigung der Flüsse zuzuschreiben sei, und Mittel und Wege anzugeben, wie man derselben am wirksamsten entgegentreten und die durch den Kanalinhalt der Städte hervorgerufenen Uebelstände beseitigen könne. Die Berichte dieser Commission[2]) warfen ein grelles Licht auf die Zustände der englischen

---

1) Pettenkofer, Ist das Trinkwasser Quelle von Typhusepidemien? Ztschr. f. Biol. X. S. 498.

2) Die ersten Berichte der Commission, deren ursprüngliche Mitglieder im Jahre 1868 durch andere ersetzt wurden, sind ins Deutsche übersetzt von O. Reich. Berlin 1871. Ausserdem sind sie abgedruckt in Anhang I u. II zu: Reinigung und Entwässerung Berlins, und eingehend von Reich besprochen in der Deutschen Vierteljahrsschr. f. öffentl. Gesundheitspflege. III u. IV. 1871 u. 1872 (Reports of the Commissioners appointed in 1868 to inquire into the best means of preventing the pollution of rivers. London 1870 u. 1871).

Flüsse, namentlich in den Provinzen Yorkshire und Lancashire; sie zeigten, dass eine grosse Zahl derselben (Irwell, Irk, Medlock, Mersey, Ribble, Bradford-Beck) sich in noch schlimmerem Zustande befanden als die Themse. Zugleich aber stellte sich unzweifelhaft heraus, dass die wirklich ans Unglaubliche grenzende Verunreinigung dieser Flüsse weniger vom Inhalte der städtischen Cloaken als von den mannigfaltigen Abgängen der in hohem Grade entwickelten Fabrikindustrie herrühre. So z. B. nimmt der Bradford-Beck, ausser den Auswurfsstoffen von 140000 Einwohnern und den Küchenwässern der Stadtbevölkerung, die Abwasser von 168 Garn- und Wollenfabriken, 94 Tuchfabriken, 35 Färbereien, 7 Gelatinefabriken, 10 chemischen Fabriken, 10 Kattunfabriken, 3 Gerbereien und 3 Fettextractionsfabriken auf. Dementsprechend schildert die Commission den Bradford-Beck als einen trüben, schwarzen, widerwärtigen Strom, der schon oberhalb der Kanalmündung übelriechende Gase ausstosse und dem Ansehen nach sich kaum von Cloakenwasser unterscheide. Die wichtigtigsten Veränderungen, welche das Wasser dieses Flusses in seiner chemischen Zusammensetzung beim Durchgange durch die Stadt erleidet, sind in folgender Tabelle angeführt [1]) (die Zahlen bedeuten die in 100000 Theilen Wasser enthaltene Menge der einzelnen Bestandtheile):

	Flusswasser oberhalb der Stadt	Flusswasser unterhalb der Stadt
Gelöste Bestandtheile überhaupt	44.0	75.5
Organischer Kohlenstoff	0.349	4.024
Organischer Stickstoff	0.081	0.392
Ammoniak	0.105	1.220
Stickstoff in Form von Nitriten und Nitraten	0.268	0
Chlor	1.87	5.45
Suspendirte Stoffe, organische	Spuren	36.05
„ „ anorganische	„	15.95
Härte, temporäre	1.34	10.76
„ permanente	10.46	13.75
„ gesammte	11.86	24.51
Temperatur	13.8° Cels.	30.5° Cels.

Die Veränderungen, welche das Wasser des Flüsschens Irwell während seines Durchflusses durch die Stadt Manchester erleidet, drücken sich in folgenden Zahlen aus [2]):

1) Deutsch. Vierteljahrsschr. f. öffentl. Gesundheitspfl. IV. S. 412.

2) Third Report of the Commissioners u. s. w. Dtsch. Vierteljahrsschr. f. öffentl. Gesundheitspfl. IV. S. 414. — Die Commission fügt diesen Zahlen bei, dass der Irwell, bis er unterhalb Manchester ankommt, schon die Abwasser einer Bevölkerung von der Dichtigkeit von 7000 Seelen pro deutsche Quadratmeile aufnimmt, während der Bradford-Beck bis unterhalb Bradford ein Entwässerungsgebiet mit einer Bevölkerungsdichtigkeit von 22,000 Seelen pro Quadratmeile durchströmt.

	Flusswasser nahe am Ursprung	Flusswasser unterhalb Manchester
Gesammtgehalt an gelösten Stoffen	7.80	50.75
Organischer Kohlenstoff	0.187	1.892
Organischer Stickstoff	0.025	0.264
Ammoniak	0.004	0.371
Stickstoff in Form von Nitriten und Nitraten . .	0.021	0.177
Chlor	1.15	8.73
Suspendirte Stoffe, organische	0	2.06
„ „ anorganische	0	2.10

In Frankreich hat man ähnliche Erfahrungen gemacht. Die Verunreinigung der Seine unterhalb Paris durch den Inhalt der grossen Sammelkanäle und das Abwasser der Poudrettefabrik von Bondy hatte in den sechziger Jahren einen so hohen Grad erreicht, dass durch zwei Ministerialdecrete, in den Jahren 1870 und 1875, der Stadt Paris vorgeschrieben wurde, das Seinebett von den abgelagerten Schlammmassen zu reinigen, ihr Kloakenwasser zur Berieselung zu verwenden und durch einen hinlänglich permeablen Boden zu filtriren.[1])

Nach den Analysen Gérardin's war die Menge des noch nicht in Ammoniak oder Nitrate verwandelten, sog. „organischen“ Stickstoffs im Seinewasser oberhalb der Einmündung des grossen Collectors von Clichy nur 0.85 Grm. im Cbm., unterhalb derselben dagegen 1.50; etwas weiter unten, nach Einmündung des nördlichen Hauptkanals bei St. Denis, stieg die Menge des organischen Stickstoffs plötzlich auf 7.27 Grm. im Cbm., betrug in Epinay (2 Kilometer weiter unten) noch 1.26 Grm. und war erst in Meulan (63 Kilom. weiter unten) auf 0.40 Grm. reducirt.[2]) Von Clichy ab verschwinden Fische, Mollusken und grüne Wasserpflanzen[3])

1) Note du Directeur des travaux de Paris etc. p. 74.

2) Angeführt von Finkelnburg, Die Entpestung der Seine durch die Berieselungsanlagen zu Gennevilliers bei Paris. Deutsch. Vierteljahrsschr. f. öffentl. Gesundheitspfl. IX. S. 434. — Siehe auch: Gérardin, Altération de la Seine en 1874—1875. Annales d'hygiène publique. 2. Série. Tome 47. p. 87. Sodann den früheren Aufsatz desselben Verfassers: Altération, corruption et assainissement des rivières. Annales d'hyg. publ. 2. série. tome 43. p. 6.

3) Gérardin schreibt in seiner, von der Academie der Wissenschaften 1874 gekrönten Preisschrift der Beobachtung der grünenden Pflanzen und der Wassermollusken, sowie der mikroskopischen Untersuchung der Algen und Infusorien, neben der Gehaltsbestimmung an absorbirtem Sauerstoff, eine wesentliche Bedeutung für die Erkennung und Schätzung des Verunreinigungsgrades der Gewässer zu. Es wäre wichtig, eine Bestätigung dieser Angaben Gérardin's auch von anderer Seite zu hören, umsomehr, als offenbar die Bestimmung der Salpetersäure, auf die man sich bis in die neueste Zeit so häufig stützte, für die Fest-

in der rechten Stromhälfte, von St. Denis ab im ganzen Strome, und die Station ihres Wiederauftretens ist seit 1861 immer weiter stromabwärts gerückt. Am 10. Juni 1874 musste man in Marly (21 Kilom. unterhalb St. Denis) 80 Hectoliter Fischleichen bei Seite bringen und vergraben lassen. Auf dieser ganzen Strecke stellte die Seine nur eine grosse Cloake dar, deren Flüssigkeit stets mit Schaum bedeckt war und allenthalben grosse Gasblasen aufsteigen liess. Eine Analyse der letzteren ergab folgende Bestandtheile:

Leichter Kohlenwasserstoff	72.88 %
Kohlensäure	13.30 „
Kohlenoxydgas	2.54 „
Schwefelwasserstoff	6.70 „
Stickstoff und andere Gase	4.58 „
Sauerstoff	0

In Deutschland sind die Klagen über Flussverunreinigung durch die städtischen Abwässer im Allgemeinen sehr mässig, vermuthlich in Folge der relativ bedeutenden Wassermenge der meisten Flüsse, an denen die grösseren deutschen Städte liegen.

Nach Brunner und Emmerich[1]) lässt sich die Gesammtverunreinigung, welche jener Theil des Isarwassers erleidet, der die inneren und äusseren Stadttheile Münchens durchspült, folgendermaassen ausdrücken:

der Gesammtrückstand nimmt zu um . . .	11.8	Mgrm.	im	Liter
der Lösungsrückstand[2])	8.3	„	„	„
die Kohlensäure	2.1	„	„	„
das Chlor	1.7	„	„	„
die Salpetersäure	0	„	„	„
die organische Substanz	19.7	„	„	„
die suspendirten Stoffe	8.4	„	„	„

Dieser geringe Effect wird hervorgebracht durch die grosse Anzahl von Abwasserleitungen aus den unmittelbar an Bächen gelegenen Häusern, durch die Excremente aus 500—600 Abtritten, durch das Abwasser der Fabriken und endlich durch die Sielflüssigkeit der kanalisirten Stadttheile.

Die Uebelstände, die sich in Frankfurt a. M. in Folge der Einleitung des Sielwassers der Stadt in den Mainfluss geltend machen, sind zwar im Vergleich mit englischen Beispielen von Flussveruneinigung äusserst gering, dürfen aber doch vom Standpunkte der öffentlichen Gesundheitspflege aus nicht ignorirt werden, da noch in dem $3\frac{1}{2}$ Kilometer unterhalb der Einmündung des Kanales in den Main gelegenen Dorfe Griesheim sich die Verunreinigung des Flusses fühlbar macht durch die Un-

stellung des Verunreinigungsgrades eines Flusses, wenigstens bei frisch erfolgter Verunreinigung, keinen Werth zu haben scheint (Brunner u. Emmerich, Die chemischen Veränderungen des Isarwassers während seines Laufes durch München. Ztschr. f. Biol. XIV. S. 190 u. flgde.).

1) Ztschr. f. Biol. XIV. S. 235.

2) „Lösungsrückstand“ nennen die Autoren die in kohlensäurefreiem, destillirtem Wasser wieder löslichen Bestandtheile des Rückstandes.

möglichkeit, in demselben zu baden, mit seinem Wasser das Vieh zu tränken oder Wäsche zu reinigen; in der That sind sogar in dieser Entfernung von der Einmündung des Sieles noch ab und zu schwimmende Kothballen, Papierreste u. dgl. sichtbar und am Uferrande ist der Sand unter einer gelben Deckschicht durch schwarzen Schlamm gefärbt.[1]

Bei den in Sachsen gemachten Erhebungen über Flussverunreinigung hat sich nach den Angaben Günther's[2]) herausgestellt, dass in weitaus den meisten Fällen nicht das Einleiten menschlicher Excremente in die Flüsse zu Klagen Veranlassung gegeben hat, sondern meistens die Verunreinigung der Wasserläufe durch Industrieabfälle: auf die Textilindustrie (Färberei, Bleicherei und Wollmanufactur) kommen 50% aller Fälle, auf Papierfabrikation 9%, Gerbereien 8%, Bergbau 8%, Brauereien u. dgl. 6%, Industrie der Heiz- und Leuchtstoffe 4%, chemische Industrie 2% u. s. w.; in 7% der Fälle sind die städtischen Siele als Quelle der Verunreinigung angegeben worden, jedoch grösstentheils nur in der Reihe anderer Factoren.

Dass in der That die Abwässer zahlreicher gewerblicher und Fabrikanlagen ihrer Zusammensetzung nach viel geeigneter sind, den Flüssen fäulnissfähige organische Substanzen zuzuführen als ein nur Fäcalien und Hauswässer u. s. w. enthaltendes Kanalwasser, ist aus der umstehenden Zusammenstellung ersichtlich.

Es unterliegt also keinem Zweifel, dass die Sielwässer der Städte nicht nur eine viel weniger concentrirte Lösung anorganischer und organischer Substanzen darstellen als die Abwässer vieler Fabriken, sondern dass sie auch sehr bedeutend weniger suspendirte Beimischungen, sowohl anorganischen als auch organischen Ursprungs enthalten.

Es ist vielfach die Ansicht verbreitet, die Flüsse würden bedeutend weniger durch das Kanalwasser verunreinigt, wenn man die Excremente von den Sielen fernhielte und sie auf dem Wege der Abfuhr aus den Städten entfernte. Diese Vermuthung wird durch die vorhandenen Analysen nur zum Theil bestätigt: es ist nämlich allerdings die Quantität der suspendirten Bestandtheile in Sielwasser, welches keinen directen Zufluss aus den Abtritten erhält, bedeutend geringer als in solchem, welches den Inhalt von Wasserklosets oder die Flüssigkeit aus Separirtonnen aufnimmt; aber die Menge der gelösten Stoffe pflegt in Sielen ohne directe Verbindung mit Abtritten nicht nur nicht geringer, sondern sogar grösser zu sein als in den Sielen der Wasserklosetstädte.

1) Münchener Berichte. Beil. VII z. III. Ber. S. 6.

2) Angef. von Pettenkofer. Münchener Berichte. IV. S. 23. — Siehe auch Ber. d. Ausschusses über die 5. Vers. d. Deutsch. Ver. f. öffentl. Gesundheitspflege in Nürnberg. Deutsch. Vierteljahrsschr. f. öffentl. Gesundheitspfl. X. S. 106.

In 100000 Theilen sind enthalten:

	Gelöste Bestandtheile						Suspendirte Stoffe		
	Gesammt-Gehalt an lösl. Stoffen	Organischer Stickstoff	Ammoniak	Stickstoff in Form v. Nitriten u. Nitraten	Gesammtgehalt an chem. gebundenem Stickstoff	Chlor	Anorganische	Organische	Gesammtgehalt
Kanalwasser in England[1]) (Durchnitt)	72.2	2.205	6.703	0.003	7.728	10.66	24.18	20.51	44.69
Kanalwasser in Danzig[2])	68.3	1.16	6.46	0.00	6.48	6.97	22.6	35.6	58.2
„ „ Paris[3]) .	98.0	—	—	—	2.1	—	132.1	49.8	181.9
Kanalwasser in Zürich[4]) (grosse Stadt)	48.5	—	—	—	13.3	2.5	4.6	10.3	14.9
Kanalwasser in Zürich (kleine Stadt)	82.2	—	—	—	8.2	1.3	0.9	9.1	10.0
Abwässer aus einer Deckenfabrik[5]) . . .	678.0	19.51	0.94	0.00	20.28	35.6	60.4	314.2	374.6
Abwässer aus 15 Wollenfabriken[6]) (Durchschn.)	337.0	10.38	11.647	0.041	20.015	21.94	102.4	372.4	474.8
Abwässer aus einer Flanellwäsche[7])	1248.0	91.185	80.012	0.00	157.08	160.0	346.0	1733.4	2079.4

In folgender Tabelle, welche dem 1. Bericht der englischen Flussverunreinigungscommission entnommen ist[8]), bedeuten die Zahlen die Menge der Bestandtheile in 100000 Theilen Wasser:

	Gelöste Bestandtheile							Suspend. Bestandt heile		
	Gesammtmenge an gelöst. Stoffen	Organischer Kohlenstoff	Organischer Stickstoff	Ammoniak	Stickstoff in Form v. Nitriten u. Nitraten	Gesammtgehalt an chem. gebundenem Stickstoff	Chlor	Anorganische	Organische	Gesammtgehalt
Kanalwasser. Durchschn. von 15 Abfuhrstädten .	82.4	4.181	1.975	5.435	0	6.451	11.54	17.81	21.30	39.11
Kanalwasser. Durchschn. aus 16 Wasserklosetstädten	72.2	4.696	2.205	6.703	0.003	7.728	10.66	24.18	20.51	44.69

1) First Report of the Commissioners etc. Uebers. v. Reich. 1871. S. 62.
2) Lissauer, Ueber die Resultate einer mit dem Inhalt englischer Schwemmkanäle ausgeführten Berieselung. D. Vrtljhrsschr. f. öff. Gesundheitspfl. VII. S. 728.
3) Bürkli, Bericht an den Stadtrath von Zürich über den Besuch einer Anzahl Berieselungsanlagen in England und Paris. S. 40. 1875.
4) Daselbst (nach Analysen von Abeljanz).
5) Third Report of the Commissioners etc. Ref. v. Reich in Dtsch. Vierteljahrsschr. f. öffentl. Gesundheitspfl. IV. S. 416.
6) Ebenda. 7) Ebenda.
8) First Report of the Commissioners etc., übers. v. Reich. S. 56 u. flgde.

Ein ähnliches Resultat ergibt der von Pettenkofer[1]) angestellte Vergleich zwischen der Zusammensetzung des Kanalwassers von Rugby, einer mit Wasserklosets versehenen Stadt, und desjenigen von München, wo bekanntlich das Einleiten von Fäcalien in die Siele polizeilich untersagt ist. Die Zahlen bedeuten Milligramm in 1 Liter:

	Rugby	München
Unorganische gelöste Stoffe . . .	643	361
„ suspendirte Stoffe . .	708	40
	1351	401
Organische gelöste Stoffe	151	189
„ suspendirte Stoffe . . .	519	80
	670	269

Den grossen Gehalt des Münchener Sielwassers an gelösten organischen Substanzen erklärt Pettenkofer damit, dass sehr wahrscheinlich, trotz des Verbotes, namentlich nächtlicherweile, eine ziemliche Menge von Abtrittstoffen, und zwar im Zustande vorgeschrittener Zersetzung, in die Siele gelange. Diese Vermuthung hat auch durch Beobachtungen an anderen Orten Bestätigung gefunden. Ueberhaupt muss als feststehend betrachtet werden, dass beim Vorhandensein eines Sielsystems die Fäcalien, trotz gesetzlicher Verbote, niemals ganz von den Kanälen fern gehalten werden können, ein Umstand, der nicht ohne practische Bedeutung ist für Diejenigen, welche zwar den Nutzen städtischer Entwässerungsanlagen anerkennen, aber das Einleiten der Excremente in die Siele perhorresciren.

Dass bei Abwesenheit von Wasserklosets die stickstoffhaltigen Bestandtheile der Fäcalien, insoweit sie den Strassensielen zufliessen, im Zustande grösserer Zersetzung in dieselben gelangen, als bei vollkommener Schwemmkanalisation, scheint auch aus den in Zürich vorgenommenen Analysen hervorzugehen, wo die festen Fäcalien in Tonnen zurückgehalten werden, während der Harn in die Siele abläuft. Abeljauz[2]) fand nämlich am 3. Nov. 1874 in 100000 Theilen des Züricher Kanalwassers 12.20 resp. 7.28 Theile Stickstoff in Form von Nitriten und Nitraten, während nach den weiter oben angeführten Zahlen das Sielwasser eigentlicher Schwemmkanalisationsstädte keine oder nur äusserst wenig Nitrite und Nitrate enthält.

Eine stattgehabte Verunreinigung des Flusswassers durch städtische Abfälle vermindert sich und verschwindet unter günstigen Verhältnissen allmählich in Folge von Processen, die man unter dem Begriff „Selbstreinigung der Flüsse“ zusammenfasst. Diese

1) Das Kanal- oder Sielsystem in München. S. 13; siehe Berichtigung hierzu in den Verhandlungen und Arbeiten der Münchener Commission. II. S. 141.

2) Bürkli, Bericht u. s. w. S. 165.

Selbstreinigung des Flusswassers kann durch die Concurrenz folgender Momente zu Stande kommen: 1. durch Aufnahme reiner Zuflüsse resp. Verdünnung der unreinen Bestandtheile; 2. durch chemische Processe, die unter dem Einflusse des Luftsauerstoffs und niedriger Organismen, vielleicht auch unter Beihilfe der Wasserpflanzen, vor sich gehen; 3. durch Ablagerung der Sinkstoffe, in Form von Schlamm, auf dem Boden des Flussbettes und an den Ufern.

Die selbstreinigende Kraft der Flüsse wurde, je nach den persönlichen Neigungen der Autoren, theilweise vielfach übertrieben, theilweise unterschätzt. Sehr energisch wurde sie im Interesse der Londoner Wasserversorgungscompagnien vertheidigt von Letheby [1]), welcher angab, dass der Kanalinhalt, mit dem zwanzigfachen seines Volumens an Flusswasser gemischt, vollständig verschwinde, wenn der Fluss ungefähr 20 englische Meilen zurückgelegt habe. Dieser Anschauung wurde jedoch durch die englische „river pollution Commission" widersprochen, welche sowohl durch die Analyse des an mehreren Stellen eines und desselben Stromlaufes entnommenen Wassers, als auch durch Experimente im Laboratorium zu der Ueberzeugung gelangte, dass selbst bei warmem Wetter die Oxydation der organischen Substanzen im Flusswasser nur sehr langsam vor sich gehe, so dass, nach dem Ausdrucke der Commission, es in ganz Grossbritannien keinen Fluss gäbe, der lang genug wäre, um die vollständige Zersetzung des Kanalinhaltes durch Oxydations- und Reductionsprocesse herbeizuführen. Die Commission machte ferner darauf aufmerksam, dass die von Letheby gerühmte, rasche Reinigung der Flüsse eben nur eine scheinbare sei, indem in Folge des allmählichen Niedersinkens der suspendirten Stoffe das Wasser allerdings nach kurzem Laufe verhältnissmässig rein erscheine, dass aber der auf dem Grunde der Flüsse abgelagerte Schlamm eine beständige Quelle der Verunreinigung bilde, da im Sommer, beim Sinken des Wasserspiegels, die Fäulnissprocesse in diesem Schlamme sich erneuern. — Immerhin gibt die erwähnte Commission eine allmähliche und theilweise Reinigung des durch Kanalinhalt verdorbenen Wassers zu: unter Bildung und Vermehrung niedriger Organismen und unter Sauerstoffaufnahme werden die organischen Substanzen mineralisirt, Schwefelsäure und Eisenoxyd zu Schwefeleisen reducirt; Kohlensäure, Schwefelwasserstoff und Ammoniak entweichen in die Luft, und ein dunkelgrüner, schwärzlicher Schlamm aus Schwefeleisen, Kalk, Magnesia und Phosphorsäure, theilweise unveränderte organische Substanz einhüllend, fällt zu Boden, so dass schliesslich ein weiches, wenig riechendes Wasser übrig bleibt. — Aehnliche Beobachtungen hat A. Müller an dem fauligen Inhalt der Berliner Rinnsteine gemacht.[2]) — Hawksley berichtet, dass der Fluss Trent, der in seinem Laufe, ehe er Nottingham erreicht, das Kanalwasser von zwei Millionen Menschen aufnimmt (180—227 Mill. Liter täglich), dennoch bei der genannten Stadt ein klares, wohlschmeckendes,

---

1) Angeführt in: First report of the Commissioners etc., übers. v. Reich.
2) Reinigung und Entwässerung Berlins. XII. S. 598 u. flgde.

chemisch reines Wasser besitze.[1]) — Aehnliche Beobachtungen über rasche und vollkommene Reinigung der Flüsse unterhalb volkreicher Städte werden aus Amerika berichtet.[2]) Doch beziehen sich diese Angaben meist auf Flüsse, bei denen eine Verdünnung des Kanalwassers mit grossen Wassermassen stattfindet, und ausserdem gewähren die mitgetheilten Analysen keine einheitliche Grundlage zur Beurtheilung der dortigen Verhältnisse.

Um der Frage der Selbstreinigung der Flüsse eine wissenschaftliche Grundlage zu geben, und um die Beurtheilung der hierüber veröffentlichten Analysen von subjectiven Anschauungen unabhängig zu machen, müsste man in jedem einzelnen Falle möglichst genaue Angaben besitzen über die Quantität und Qualität des den Fluss verunreinigenden Sielwassers, die Wassermenge und Strömungsgeschwindigkeit des betreffenden Flusses, die Menge und Beschaffenheit des auf seinem Grunde abgelagerten Schlammes, die Grösse und Beschaffenheit der Zuflüsse unterhalb der Einmündung der Siele u. dgl. Bei Abwesenheit solchen Materials geht den Angaben der Autoren jede allgemeine Bedeutung ab, da es absolut unthunlich ist, die an einem Orte gewonnenen Resultate auf andere Verhältnisse zu übertragen, wenn die Umstände, unter welchen die Beobachtungen gemacht worden sind, unbekannt bleiben. Unter diesem Vorbehalte sind also alle obengenannten Zahlen aufzunehmen. — Recht brauchbare Angaben besitzen wir über die Selbstreinigung der Seine unterhalb Paris.

Der Fluss liefert beim niedrigsten Wasserstande 45 Cbm. in der Secunde; die beiden Collectoren von Clichy und St. Denis ergiessen in die Seine eine Kanalwassermenge von etwa 300000 Cbm. täglich d. h. 3.5 Cbm. in der Secunde, so dass sich die Menge des Flusswassers zur Quantität des verunreinigenden Cloakenwassers verhält wie 13 : 1; der einzige grössere Wasserlauf, den die Seine nicht sehr weit unterhalb Paris (71 Kilom.) aufnimmt, ist die Oise; als Maassstab des Vorganges der Selbstreinigung des Flusswassers wurde von Gérardin, dem wir die betreffenden Mittheilungen verdanken, der Sauerstoffgehalt des Wassers, sowie die Menge des durch die Zersetzung organischer Stoffe absorbirten Sauerstoffs angenommen.[3])

---

1) Rede bei der Jahresversammlung der Gesellschaft für Socialwissenschaft am 16. Oct. 1876 in Liverpool. Angef. bei Soyka, Kritik der gegen die Schwemmkanalisation erhobenen Einwände. S. 29.

2) Annual Report of the State board of health of Massachusetts. IV. 1873. VII. 1876 u. VIII. 1877. Ref. v. Baumeister in Dtsch. Vierteljahrsschr. f. öff. Gesundheitspfl. VII. S. 487 u. X. S. 574.

3) Angef. von Finkelnburg, Die Entpestung der Seine u. s. w. Deutsch. Vierteljahrsschr. f. öffentl. Gesundheitspfl. IX. S. 434. Siehe auch den Aufsatz Gérardin's in Annales d'hyg. publ. 2. série. t. 47. p. 87.

Ort der Wasserabnahme	Entfernung vom Pont de la Tournelle in Paris in Kilometer	Mittlerer Sauerstoffgehalt auf 1 Lit. Wasser	Menge des absorbirten Sauerstoffs, der Normalgehalt in 1 Lit. Wasser auf 10 Ccm. angenommen
Pont d'Ivry	6 (oberhalb)	9.50 Ccm.	0.50 Ccm.
Pont de la Tournelle	0	8.05 „	1.95 „
Brücke zu Asnières	23 (unterhalb)	5.34 „	4.66 „
Brücke zu Clichy (unterhalb der Einmündung des grossen Collectors) .	24	4.60 „	5.40 „
Brücke zu St. Denis	28	2.65 „	7.35 „
La Briche (unterhalb der Einmündung des nördl. Collectors und des Abflusses aus der Voirie v. Bondy) .	30	1.02 „	8.98 „
Epinay	31	1.02 „	8.95 „
Brücke zu Argenteuil	35	1.05 „	8.55 „
Pont de Chatou	45	1.54 „	8.39 „
Brücke zu Poissy (unterhalb der Einmündung der Oise)	78	6.12 „	3.88 „
Brücke zu Meulan	93	8.17 „	1.83 „
Mantes	109	8.96 „	1.04 „

Also erst etwa 70 Kilom. unterhalb der Einmündung der Collectoren, und ausserdem mit Hilfe der Wassermassen der Oise, erreicht die Seine wieder denjenigen Grad von Reinheit, den sie beim Eintritt in die Stadt Paris besitzt. Dazu kommt noch, dass ein grosser Theil der dem Flusswasser zugeführten organischen Substanzen nicht durch Zersetzung beseitigt, sondern als eine Schlammschicht von stellenweise 2—3 Meter Höhe im Flussbett abgelagert wird und von Zeit zu Zeit mit grossen Kosten entfernt werden muss: nach den Angaben von Durand-Claye[1]) werden jährlich durch das Schifffahrtsamt 60000—88000 Cbm. Schlamm mit einem Kostenaufwand von gegen 200000 Frcs. ausgebaggert; doch soll durch diese Baggerungen nur eine ungenügende Reinigung des Flussbettes erzielt werden. Solche Schlammablagerungen finden überall statt, wo grössere Massen von Cloakeninhalt Flüssen von relativ geringer Stromgeschwindigkeit zugeführt werden. Aber auch stark fliessende, bedeutende Ströme entgehen auf die Dauer diesem Schicksal nicht, wie das Beispiel von Wien beweist, wo nach Avigdor[2]) das ganze Donaubett sich bei niedrigem Wasserstande mit einer Schicht von schwarzem Schlamm aus den Wiener Cloaken überzieht, der dann

1) Durand-Claye, Assainissement de la Seine. Annales d'hyg. publ. t. 44. 1875. p. 242. Uebers. in Anhang III zu: Reinigung und Entwässerung Berlins.
2) Avigdor, Das Wohlsein der Menschen in Grossstädten. S. 142.

bis zu einem grossen Hochwasser liegen bleibt. Die Beschaffenheit dieses Schlammes wurde in Bezug auf die Flüsse Irk, Irwell und Medlock von Frankland untersucht; den Schlamm der Münchener Stadtbäche analysirte Wolffhügel und erhielt ähnliche Resultate wie Frankland.

In 1000 Grm. Schlamm wurde gefunden: a) in kaltem Wasser löslich; 13.11 bis 62.3 Grm. Gesammtrückstand, 4.54 bis 24.4 Grm. Glühverlust, 9.81 bis 37.78 Grm. org. Substanz, 0.90 bis 7.18 Grm. Chlor, 0.81 bis 3.69 Grm. Salpetersäure; b) in kaltem Wasser unlöslich: 77.41 bis 139.73 Grm. Glühverlust, 1.33 bis 2.75 Grm. Stickstoff.[1])

Was die Verunreinigung des Bodens der Flussbette durch die über demselben abgelagerten Schlammmassen betrifft, so steht dieselbe für die Münchener Stadtbäche, nach einer Zusammenstellung Pettenkofer's[2]), in der Mitte zwischen der in München von Wolffhügel bestimmten Boden-Verunreinigung durch die Siele einerseits und durch Abtrittgruben andererseits.

Es entsteht nun die Frage, wie hat sich die Gesundheitslehre der Einleitung des städtischen Sielwassers in die Flüsse gegenüber zu verhalten? Ist die dadurch entstehende Verunreinigung des Flusswassers als absolut schädlich für die öffentliche Gesundheit zu betrachten? Muss danach gestrebt werden die Cloakenwässer der Städte unter allen Umständen von den Flüssen fernzuhalten, oder ist die Einleitung des Sielwassers in offene Wasserläufe unter gewissen Verhältnissen zulässig?

Der über diese Fragen vorzugsweise in England und Deutschland entbrannte Streit, die grossen Meinungsverschiedenheiten, welche sich hierbei geltend machten, das Material, das von den verschiedenen Parteien zur Begründung ihrer Ansichten herbeigezogen wurde, erwecken in dem vorurtheilsfreien Beobachter die Ueberzeugung, dass es an einer streng wissenschaftlichen Grundlage zu exacter Lösung der angezogenen Fragen der Zeit noch fehle, und dass desshalb eine kategorische Entscheidung derselben vor der Hand nicht möglich sei.

Vom sanitären Standpunkte aus müsste man sich entschieden gegen jede vermeidbare Verunreinigung des Flusswassers und also speciell gegen seine Verunreinigung durch Sielwasser aussprechen, wenn bewiesen wäre, oder auch nur mit grosser Wahrscheinlichkeit vermuthet werden könnte, dass Wasser, dem irgendwo in seinem Laufe Fäcalmassen beigemengt waren, bei seinem Gebrauche zum Trinken oder überhaupt im Hause, als Nutzwasser, gesundheitsge-

1) Ztschr. f. Biol. XIV. S. 245.
2) Pettenkofer, Vorträge über Kanalisation und Abfuhr. S. 142 u. flgde.

fährlich ist, indem es entweder als Träger specifischer Krankheitskeime erscheint oder sonst irgendwie der Gesundheit Schaden zufügt.

Was nun die active Rolle betrifft, die von vielen Seiten dem Trinkwasser in der Aetiologie von Darmtyphus und Cholera zugeschrieben wird, indem man eine directe Verbreitung der betreffenden Krankheitsgifte durch mit Excrementen verunreinigtes Wasser annimmt, so wurde schon weiter oben angedeutet, dass bei dem gegenwärtigen Stande der ätiologischen Forschung diese Ansicht wenig Wahrscheinliches hat. Die Casuistik, auf welche sich die Vertreter derselben stützen, ist der Art, dass alle zu Gunsten der sog. „Trinkwassertheorie“ angeführten Fälle bei strenger Analyse der sie begleitenden Umstände ihre anscheinende Beweiskraft einbüssen und dass die Verbreitung der Krankheit sich viel ungezwungener durch den Einfluss der zeitlichen und örtlichen Disposition des Bodens, als durch verunreinigtes Trinkwasser erklären lässt.[1]) Viel wichtiger ist in dieser Beziehung die Rolle, welche das Wasser als Brauch- und Nutzwasser in der Wirthschaft spielt, worauf Pettenkofer vielfach aufmerksam gemacht hat; doch kann es auch als solches in der Typhus- und Choleraätiologie nur in Verbindung mit einem zur Entwicklung der Krankheitskeime geeigneten Boden von Bedeutung werden.

Dass Verdauungsstörungen durch Wasser hervorgerufen werden können, welches mit zersetzungsfähigen organischen Substanzen verunreinigt ist, wird gegenwärtig noch allgemein angenommen, obgleich die schon oben citirten Versuche Emmerich's[2]) zum mindesten darthun, dass solches Wasser unter Umständen auch vollkommen unschädlich sein kann.

Statistisches Material, welches beweisen würde, dass die Morbilitäts- und Mortalitätsverhältnisse in Gegenden, die an verunreinigten Flüssen liegen, ungünstiger sind als anderswo, existirt nicht. Aus den verschiedenen Berichten der englischen Flussvereinigungscommission geht deutlich hervor, dass die Bemühungen dieser Commission, solches Material zu sammeln, fruchtlos geblieben sind. Nirgends sind die Flüsse mehr verunreinigt als in England, und doch konnte auch hier die Existenz eines Parallelverhältnisses zwischen mehr oder weniger verunreinigtem Wasser und der Sterblichkeitszahl der Bevölkerung nicht erwiesen werden. Die Commission sagt, dass es ihr nirgends gelungen sei, zu entscheiden, ob der verunreinigte Fluss auch die Ursache von Krankheiten sei; es gebe eben zu viele andere Ursachen für die Gefährdung der Gesundheit, welche in überwältigender Weise vorherrschen und dadurch den üblen Einfluss verunreinigter Flüsse, wenn er überhaupt bestehe, vollkommen verdecken.[3])

---

1) Siehe hierüber z. B. die Aeusserungen Pettenkofer's im Münchener Architecten- und Ingenieurverein. Verhandlungen und Arbeiten der Münchener Commission. II. S. 136 u. flgde. — Ferner den Aufsatz Pettenkofer's, Ist das Trinkwasser Quelle von Typhusepidemien? Ztschr. f. Biol. X. S. 439. — Auch Soyka, Kritik der gegen die Schwemmkanalisation erhobenen Einwände. S. 30 u. flgde.

2) Ztschr. f. Biol. XIV. S. 563.

3) Siehe hierüber das Ref. Lent's auf der 5. Versamml. d. Deutsch. Ver. f. öff. Gesundheitspfl. Dtsch. Vierteljahrsschr. f. öff. Gesundheitspfl. X. S. 93 u. flgde.

— Auch die fleissigen Nachforschungen der Gesundheitsbehörde im Königreiche Sachsen, wo die Verunreinigung der Flüsse in den industriereichen Landestheilen einen höheren Grad erreicht zu haben scheint als irgend anderswo in Deutschland, waren, wie die bezügliche Vorlage des Ministers des Innern an die sächs. Kammern vom 22. Nov. 1879 beweist, von dem gleichen negativen Erfolge.[1])

Unter diesen Umständen wird sich die öffentliche Gesundheitspflege der Reinheit des Flusswassers gegenüber nicht anders verhalten können als sie sich z. B. der Reinheit der Luft gegenüber verhält, d. h. sie wird sich bestreben, dem Wasser der Flüsse und Seen eine solche Beschaffenheit zu wahren, dass seine Benutzung zur Befriedigung der zahlreichen Bedürfnisse in Haus und Hof vollkommen möglich ist, und dass nirgends eine Bevölkerung durch ihre höher am Flusse gelegenen Nachbarn im Gebrauche des Flusswassers, wenn nöthig sogar als Trinkwasser, beeinträchtigt wird. Hiermit soll nicht das Verlangen einer absoluten Reinheit des Flusswassers aufgestellt sein; ein solches Ideal wäre wohl kaum erreichbar, und der Versuch es zu verwirklichen, würde so viele Complicationen und ernste Uebelstände hervorrufen, dass man bald wieder genöthigt wäre ihn aufzugeben. Andererseits aber scheint es uns zu weit gegangen, wenn Baumeister es ein „natürliches Recht“ der Bevölkerung nennt, sich der Gewässer zur Entfernung von Schmutzwasser zu bedienen.[2]) Der allzu weit gehende Gebrauch dieses „natürlichen Rechtes“ von Seite eines Theiles der Bevölkerung, könnte leicht zu ernsthafter Verletzung ebenso natürlicher Rechte Anderer führen.

Die Erkenntniss, dass man sich mit dem Verlangen einer relativen Reinheit des Flusswassers begnügen müsse, hat in England das Bestreben hervorgerufen, für die chemische Zusammensetzung der Abwässer gewisse Grenzwerthe aufzustellen, deren Ueberschreitung das Einleiten eines Abwassers in öffentliche Wasserläufe unzulässig machen solle. Die Flussverunreinigungscommission hat in der That zu wiederholten Malen hierauf bezügliche Vorschläge gemacht[3]), ohne dass jedoch dieselben eine praktische Anwendung gefunden hätten; als zu weit gehend und ihrer skrupulösen Detaillirtheit wegen schwer durchführbar, wurden sie auch vom neuesten englischen Gesetz, zur

---

1) Zur amtlichen Lage der Flussverunreinigungsfrage in Preussen. Deutsche Vierteljahrsschr. f. öffentl. Gesundheitspfl. XIII. S. 196.

2) Ref. Baumeister's auf der 5. Vers. des Deutsch. Ver. f. öffentl. Gesundheitspfl. in Nürnberg.

3) 1. u. 5. report of the Commissioners etc. — Siehe auch Deutsch. Vierteljahrsschrift f. öffentl. Gesundheitspfl. III. S. 308. Sander, a. a. O. S. 385.

Verhütung der Flussverunreinigung (The Rivers Pollution Prevention Act 1876) unberücksichtigt gelassen. Das Gesetz verbietet zwar principiell das Einleiten fester oder flüssiger Abzugskanalstoffe in öffentliche Wasserläufe, aber es gibt zugleich dem Centralverwaltungsamte die Möglichkeit unter gewissen Verhältnissen Ausnahmen von dieser Regel zu gestatten und legt überhaupt dem Amte die Pflicht auf, jeweilen die örtlichen Umstände und Erfordernisse in Betracht zu ziehen.[1]) — Auch die kgl. wissenschaftliche Deputation für das Medicinalwesen in Berlin hat die Bestimmung von Maximalgrenzen für den zulässigen Verunreinigungsgehalt der Kanalwässer vor ihrer Einlassung in die Flüsse bei dem Mangel an wissenschaftlichem Materiale zu befriedigender Lösung dieser Frage für unthunlich erklärt. „So lange aber diese Lösung nicht gefunden ist," sagt die Deputation, „wird die Frage, ob ein Kanalwasser hinreichend gereinigt sei, um ohne Besorgniss den öffentlichen Wasserläufen einverleibt werden zu können, nur von Fall zu Fall durch eine combinirte chemische und mikroskopische Untersuchung mit einiger Sicherheit unter gleichzeitiger Berücksichtigung der Beschaffenheit der betreffenden öffentlichen Wasserläufe, sowie der sonst in Betracht kommenden localen Verhältnisse zu entscheiden sein."[2])

Dieser Standpunkt scheint nun wirklich im gegenwärtigen Augenblick, und vielleicht auch noch auf weitere Zukunft hinaus, der einzig richtige zu sein. Verschiedene örtliche Verhältnisse verlangen auch eine verschiedene Lösung der Frage über Einleitung des Sielwassers in die Flüsse. Eine dichte Bevölkerung mit ausgedehnter Industriethätigkeit an relativ oder absolut kleinen Wasserläufen befindet sich in Bezug auf ihr Kanalwasser in einer ganz anderen Lage als kleine Städte mit wenig entwickelter Industrie, die an grossen, wasserreichen Strömen liegen: im ersteren Falle kann der Einlauf der Schmutzwässer in den Fluss, wenigstens ohne vorherige gründliche Reinigung derselben, absolut unthunlich sein, während im zweiten Falle dieser Einlauf unbedingt gestattet werden kann, weil hierbei weder für die Stadtbevölkerung selbst, noch für die unterhalb derselben am Flusse gelegenen Ortschaften ein sanitärer Nachtheil zu erwarten ist. Ob die Excremente den Sielen zugeführt werden oder nicht, ist bei der Entscheidung dieser Frage, in Hinblick auf das

1) Finkelnburg, Die Entwicklung der Gesundheitsgesetzgebung . . . in England seit dem Jahre 1872. Deutsch. Vierteljahrsschr. f. öffentl. Gesundheitspfl. IX. S. 725 u. flgde.

2) Zur amtlichen Lage der Flussverunreinigungsfrage in Preussen. Deutsch. Vierteljahrsschr. f öffentl. Gesundheitspfl. XIII. S. 177 u. flgde.

weiter oben hierüber Gesagte, durchaus gleichgiltig; dagegen können offensive Fabrikabgänge unter Umständen eine besondere Behandlung erfordern.

Die maassgebenden Factoren, welche vorzüglich berücksichtigt werden müssen, wenn es sich darum handelt, ob es einer Stadt zu gestatten sei in öffentliche Wasserläufe zu entwässern, sind vor Allem: das quantitative Verhältniss der Wassermasse des Flusses zur Menge des abzuführenden Unrathes und die Stromgeschwindigkeit des Flusses. Je grösser die Wassermasse des Flusses im Verhältniss zur Sielwassermenge ist, desto bedeutender wird die Verdünnung der letzteren durch das Flusswasser; je grösser aber die Stromgeschwindigkeit, desto weniger hat man bedenkliche Stromablagerungen im Flussbett und an den Ufern zu erwarten. Es ist ein grosser Unterschied, ob das Kanalwasser von London in die Themse geleitet werde, die weniger als 2 Mill. Cbm. Wasser im Tage liefert, oder in den Rhein z. B. bei Köln, wo er bei niedrigstem Wasserstande in 24 Stunden 82 Mill. Cbm. Wasser führt; die Verunreinigung der Seine durch das Pariser Kanalwasser, namentlich aber die Schlammablagerungen im Flusse, wären weniger gross, wenn die Seine, statt 0.15 Meter Secundengeschwindigkeit, die Stromgeschwindigkeit der Isar bei München (1 Meter in der Sec.) hätte. —

Pettenkofer[1]) hat berechnet, wieviel feste Fäcalbestandtheile in einem Liter Isarwasser enthalten sein würden, wenn die Bevölkerung Münchens aus 200000 erwachsenen Männern bestünde, deren Excremente alle ohne Ausnahme durch die Siele der Isar zugeschwemmt würden; die Berechnung ergab die äusserst geringe Menge von 4.5 bis 7.5 Mgrm. im Liter, je nach dem Wasserstande des Flusses. Einen vollständigen Begriff von dem Grade der zu erwartenden Flussverunreinigung gibt jedoch diese Berechnung desshalb nicht, weil das Sielwasser, ausser den Fäcalstoffen, eine grosse Menge anderer Unrathstoffe zu führen pflegt; es scheint uns desshalb zweckmässiger, eine solche Berechnung auf den factischen Gehalt des Sielwassers kanalisirter Städte an festen Bestandtheilen (in Lösung befindlichen und suspendirten) zu stützen. Das Kanalwasser englischer Städte enthält im Durchschnitt in 100000 Theilen 116.9 fester Bestandtheile; Danziger Kanalwasser 126.5; man kann also im Mittel auf 100000 Theile Kanalwasser 120 Theile fester Stoffe annehmen, d. h. 1.2 Grm. im Liter; Paris bildet eine Ausnahme, weil hier auch der Strassenschlamm den Sielen zuströmt: sein Kanalwasser enthält 2.7 Grm. fester

---

1) Pettenkofer, Vorträge über Kanalisation und Abfuhr. S. 125 u. flgde. — Aehnliche Berechnungen über das Verhältniss von Kanalwasser und Flusswasser siehe in Lent's Referat über die Kanalisatien von Köln. Correspondenzblatt d. Niederrhein. Ver. f. öffentl. Gesundheitspfl. 1877.

Stoffe in 1 Liter (s. weiter oben). Auf Grundlage dieser Zahlen ist folgende Tabelle berechnet (das spec. Gewicht der festen Stoffe ist demjenigen des Wassers gleichgesetzt).

	Kloakenwassermenge in 24 Std. (Cbm.)	Flusswassermenge in 24 Std. (Cbm.)	Verhältniss	Menge der festen Stoffe im Sielwasser in Cbm.	Auf 1 Liter Flusswasser kommen feste Bestandtheile des Sielwassers in Grm.
Frankfurt a. M.:					
Niedrigster Wasserstand	16000	7000000	1 : 438	19.2	0.0028
Mittlerer Wasserstand .	16000	15000000	1 : 938	19.2	0.0013
München:					
Niedrigster Wasserstand	30000	2592000	1 : 86	36	0.014
Mittlerer Wasserstand .	30000	4320000	1 : 144	36	0.0083
Paris	300000	3888000	1 : 13	840	0.216

Wenn trotz der günstigen Verhältnisse für Frankfurt a. M., wie sie aus diesen Zahlen hervorgehen, dennoch das Einleiten des Frankfurter Sielwassers in den Main mit etwelchen, wenn auch nicht zu überschätzenden Uebelständen für die Bevölkerung der unterhalb Frankfurt liegenden Ortschaften verknüpft ist, so beweist dieser Umstand nur, dass allen derartigen Berechnungen eine höchst relative Beweiskraft beizumessen ist. In der That ist ja eine gleichmässige Mischung des Sielwassers mit dem Flusswasser, wie sie in solchen Berechnungen vorausgesetzt wird, nicht zu erwarten. Noch weit unterhalb der Sielmündungen pflegt das Kanalwasser einen ziemlich concentrirten Strom unreiner Flüssigkeit innerhalb der allgemeinen Wasserströmung zu bilden, und nur allmählich findet die vollständige Mischung mit dem Flusswasser und hiermit auch die möglichst grösste Verdünnung des Sielwassers statt. Ausserdem werden Schlammablagerungen auch unter den günstigsten Umständen nicht ganz zu vermeiden sein, wie denn bekanntlich gerade in Frankfurt die Unannehmlichkeiten für die flussabwärts liegenden Gemeinden, von denen der Bericht der Münchener Commission Erwähnung thut, nicht durch die gelösten Bestandtheile des Sielwassers, sondern wesentlich durch die suspendirten Stoffe hervorgerufen werden.

Wenn es sich also darum handelt, ob eine gegebene Stadt in den Fluss, an welchem sie liegt, entwässern dürfe, so ist wohl zu erwägen, ob die nur ausnahmsweise absolut zu vermeidenden Uebelstände, die mit der Einleitung des Sielwassers in den Fluss verbunden sind, durch die Vortheile (sanitäre und ökonomische) überwogen werden, welche von diesem Verfahren zu erwarten sind. Solche Fälle sind in der That voll-

kommen denkbar. Der beste Weg, um sich hierüber Klarheit zu verschaffen, wäre die Erfüllung des vom deutschen Verein für öffentl. Gesundheitspflege in seiner Eingabe an den Reichskanzler ausgesprochenen Wunsches: es möchten systematische Untersuchungen an den deutschen Flüssen angeordnet werden, damit festgestellt werden könne, inwieweit nach der Wassermenge und Geschwindigkeit die directe Ableitung von Schmutzwasser — sei es, dass menschliche Excremente demselben zugeführt werden oder nicht — in die Wasserläufe gestattet werden könne.[1])

2. Reinigung des Sielwassers auf chemischem Wege.

Der Wunsch, das Sielwasser vor seinem Einlauf in die Flüsse der fäulnissfähigen Substanzen möglichst zu berauben und hierbei die düngenden Bestandtheile desselben zu gewinnen, hat sehr zahlreiche Vorschläge zur Reinigung der Cloakenflüssigkeit mit chemischen Mitteln ins Leben gerufen.[2]) Eine Aufzählung und Beschreibung dieser Verfahren ist weder möglich noch nothwendig, denn im Allgemeinen liegt ihnen Allen ein und dasselbe Princip zu Grunde und auch in den Resultaten kommen sie einander ziemlich nahe.

Im Wesentlichen besteht die chemische Reinigung des Kanalwassers darin, dass man dasselbe in grosse Bassins einleitet und ihm hier solche Substanzen beimischt, welche einen Niederschlag hervorrufen. Mit diesem Niederschlag soll dann der grösste Theil der im Wasser suspendirten Stoffe zu Boden fallen; ausserdem wird auf eine theilweise Bindung der gelösten Dungstoffe — des Stickstoffs, Kalis und der Phosphorsäure — gerechnet, wobei die Flüssigkeit über dem Niederschlag rein genug werden soll, um ohne Schaden den öffentlichen Wasserläufen überliefert werden zu können.

Einige der hierzu angewendeten Mittel, deren Wirkung hinreichend bekannt ist, wollen wir kurz beschreiben.

Das Süvern'sche Desinfectionsmittel. Zu seiner Bereitung werden nach Grouven[3]) 100 Th. Kalk mit 300 Th. Wasser gelöscht, sodann dem noch heissen Kalkbrei 8 Th. Theer und 33 Th. Chlormagnesium zugesetzt; schliesslich wird die Masse mit soviel Wasser gemischt, dass das Ganze 1000 Th. beträgt. Virchow und Hausmann[4]) bezeichnen das Resultat eines in grossem Maassstabe mit diesem Mittel in Berlin 1809 angestellten Versuches als in vielen Beziehungen befriedigend. Ueber dem sich rasch setzenden Niederschlag wurde ein klares, nur schwach gelblich gefärbtes Wasser von leicht ammoniakalischem Geruch

1) Deutsch. Vierteljahrsschr. f. öffentl. Gesundheitspfl. X. S. 675—681.

2) In England sollen in den 20 Jahren von 1856—1876 nicht weniger als 421 Methoden patentirt werden sein (Wiel u. Gnehm, Handbuch der Hygiene. S. 520).

3) Dingler's polyt. Journ. Nr. 187. 1868.

4) Reinigung und Entwässerung Berlins. II. S. 137 u. flgde. — Generalbericht. S. 77. — Deutsch. Vierteljahrsschr. f. öffentl. Gesundheitspflege. III. S. 269.

erhalten. Dasselbe war anfangs fast frei von lebenden Organismen, aber bei längerem Stehen erscheinen dieselben von Neuem in grosser Zahl. Der Harnstoff wird nicht gefällt; Kali und Natron bleiben ebenfalls im Wasser zurück; dagegen wird die Phosphorsäure nahezu vollständig in den Niederschlag gebracht. In Folge ihres grossen Stickstoffgehaltes bleibt die Flüssigkeit in hohem Grade fäulnissfähig. Der Dungwerth des Niederschlages ist gering, so dass der letztere den Transport auf weitere Entfernungen nicht verträgt. Die Desinfection mit diesem Mittel würde nach der Berechnung Hobrecht's ungefähr 3 Mark pro Kopf der Bevölkerung kosten.

Der Kalk wurde als Reinigungsmittel des Kanalwassers in grossem Maassstabe in Leicester, Tattenham und im Lager von Aldershot versucht, aber bald wieder verlassen.[1]) Das Verfahren ist einfach: das Kanalwasser wird mit einer bestimmten Menge Kalkmilch vermischt und in grosse Klärbassins geleitet. Nach den vorliegenden Analysen [2]) vermindert Kalk zwar den Gesammtgehalt an löslichen Stoffen, der organische Stickstoff wird aber nicht zur Hälfte entfernt, der Ammoniakgehalt durch Zersetzung der organischen Substanzen sogar vermehrt. Der Dungwerth des Niederschlages ist so gering, dass die Auslagen nicht gedeckt werden.

Das Lenk'sche Desinfectionsmittel bestand ursprünglich aus schwefelsaurer Thonerde mit etwas Kalialaun, dem später noch Zink- und Eisenchlorid, auch Soda, zugesetzt wurden.[3]) Das Mittel ruft, wie Versuche in Berlin gezeigt haben [4]), im Kanalwasser eine rasche und starke Ausscheidung hervor; doch setzt sich der entstehende Schlamm schwer zu Boden, entwickelt fortwährend Gase, steigt wieder an die Oberfläche u. dgl. Die Flüssigkeit kann zwar mehr oder weniger klar werden, doch zeigen sich in derselben sehr rasch wieder Organismen in grosser Menge; dieselben scheinen überhaupt durch das Mittel nicht getödtet, sondern nur vorübergehend starr und bewegungslos gemacht zu werden. Stickstoff und Phosphorsäure bleiben grossentheils im Abflusswasser; der Dungwerth des Schlammes ist gleich Null. Das Mittel wird als vollkommen untauglich bezeichnet.

Die schwefelsaure Thonerde für sich, ohne weitere Beimischungen, ist nach Durand-Claye [5]) in Paris in ausgedehntem Maasse zur Reinigung des Kanalwassers verwendet worden. Kommt der Alaun mit den Alkalien der Kanalflüssigkeit in Berührung, so wird er zersetzt und die gelatinöse Thonerde fällt nieder, indem sie die suspendirten Bestandtheile des Wassers einhüllt. Die gelösten organischen Substanzen bleiben grossentheils in dem klaren Wasser zurück. Der Dungwerth des Schlammes ist gering und macht die Herstellungskosten nicht bezahlt. Das

---

1) Blackburn, Vortrag in der Gesundheitsabtheilung der Gesellschaft für sociale Wissenschaften zu Newcastle. Ref. in der Deutsch. Vierteljahrsschrift f. öffentl. Gesundheitspfl. III. S. 136.

2) Fischer, Die Verwerthung der städtischen u. Industrieabfallstoffe. S. 166.

3) Dingler's polytechn. Journ. Nr. 191. 1869.

4) Reinigung und Entwässerung Berlins. III u. IV. — Generalber. S. 79. — Deutsch. Vierteljahrsschr. f. öffentl. Gesundheitspfl. III. S 274.

5) Annales d'hyg. publ. 2. série. t. 44. 1875.

Verfahren wird von der Pariser Commission als ein theures und unvollkommenes Palliativ bezeichnet.

Das Sillar'sche oder A-B-C-Verfahren (alum, blood, clay). Das von Sillar und Wigner vorgeschlagene Desinfectionsmittel besteht vorzugsweise aus Alaun und Thonerde, denen geringe Mengen von Holz- und Theerkohle, Chlornatrium und etwas frisches Blut zugesetzt werden. Der durch dieses Mittel im Kanalwasser hervorgerufene schwarze, schlammartige Niederschlag wird in Reservoirs gepumpt und fliesst von da in Centrifugaltrockenmaschinen; aus den letzteren wird er in halbfestem Zustande herausgenommen, an freier Luft ausgebreitet und von Zeit zu Zeit mit Schwefelsäure besprengt. Die englische Flussverunreinigungscommission hat sowohl Laboratoriumsversuche, als auch Beobachtungen im Grossen über die Wirkung dieses Mittels angestellt.[1]) Die Resultate waren ungünstig: die suspendirten Stoffe werden zwar niedergeschlagen, aber der Gehalt des Abflusswassers an löslichen Bestandtheilen nimmt durch die hinzugefügten Materialien sogar zu; der organische Stickstoff bleibt unverändert. In sanitärer Beziehung unterscheidet sich also das behandelte Kanalwasser wenig von dem nicht gereinigten. Der gewonnene Schlamm erfreute sich eine Zeitlang besonderer Gunst von Seite der englischen Landwirthe; doch übersteigt schon der Preis der zur Reinigung benutzten Materialien den theoretischen Werth des Düngers, so dass die Anwendung dieses Mittels mit grossen Kosten verbunden ist. Die Städte Leamington und Leeds, welche ihre Kanalwässer zeitweilig nach Sillar's Vorschlag desinficirten, haben das Verfahren längst wieder verlassen.[2])

Vielfach werden Kalk- und Thonerdephosphate zur Reinigung des Kanalwassers empfohlen. — Forbes und Price[3]) versetzen das Sielwasser mit einem natürlich vorkommenden Aluminiumphosphat, das in Salzsäure gelöst wird; die überschüssige Säure muss durch Kalkmilch neutralisirt werden. Der Absatz des Niederschlags findet rasch statt; die Flüssigkeit ist farb- und geruchlos. Die Phosphorsäure bindet allerdings einen grossen Theil der im Wasser gelösten organischen Substanzen und der entstehende Schlamm scheint nicht werthlos zu sein. Doch hat, soviel bekannt, die Anwendung des Mittels in grösserer Ausdehnung nicht stattgefunden. — In Paris ist das Verfahren Knab's geprüft worden, das in der Anwendung eines eisenhaltigen Kalkphosphates aus den Ardennen besteht.[4]) Der Niederschlag erfolgt nach der Angabe Schloesing's rasch; die Flüssigkeit wird klar, enthält aber noch einen sehr grossen Theil der gelösten organischen Bestandtheile. Dass Fische in dieser Flüssigkeit leben können, beweist nichts, da z. B. bei Marly, wo die Seine noch äusserst verunreinigt ist, so dass im Liter Wasser nur

1) First and second Report of the Commissioners etc. Deutsch v. Reich. — Reinigung und Entwässerung Berlins. Anhang I u. II. S. 93 u. 240. — Dtsch. Vierteljahrsschr. f. öffentl. Gesundheitspfl. III. S. 294. — Dingler's polyt. Journal. Nr. 197. 1870.

2) Lehfeldt, a. a. O. S. 50.

3) Berichte der Deutschen chemischen Ges. 1871. S. 859.

4) Schloesing, Assainissement de la Seine. Annales d'hyg. publ. T. 47. 1877. p. 193 u. flgde.

1.9 Cbcm. Sauerstoff gefunden werden, gewisse Fische sich mit Vorliebe aufhalten. — Von Prange und Whitshread[1]) wird das Kanalwasser mit basischphosphorsaurem Kalk, der in wenig Schwefel- oder Salzsäure gelöst ist, versetzt und sodann durch einen geringen Ueberschuss von Kalkmilch der basischphosphorsaure Kalk niedergeschlagen. Der Niederschlag bildet sich leicht und reisst alle suspendirten Stoffe mit sich zu Boden; die Flüssigkeit wird klar und, wenn ihr genügende Zeit zum Absetzen gelassen wird, wasserhell. Da sie viel Ammoniak und Phosphorsäure enthält, wird sie von Prange zur Berieselung empfohlen. Der gewonnene Dünger ist nicht werthlos, da er ziemlich viel Stickstoff und Phosphorsäure enthält, doch dürfte er schwerlich seine Herstellungskosten bezahlt machen.[2]) Der Umstand, dass die Flüssigkeit zur Berieselung tauglich sein soll, deutet auf einen solchen Gehalt an organischen Stoffen hin, welcher sie nicht unbedingt zur Einleitung in offene Wasserläufe geeignet macht.

Als Resultat der gemachten Erfahrungen darf man annehmen, dass auch die besten Methoden der chemischen Reinigung des Kanalwassers die Forderungen, welche man vom sanitären und finanziellen Standpunkt an sie stellen muss, nicht befriedigen. Sie alle reinigen bis zu einem gewissen Grade das Wasser, aber diese Reinigung bezieht sich fast ausschliesslich auf Fällung der suspendirten Bestandtheile, während die gelösten mineralischen und organischen Stoffe nur zum geringsten Theile in den Niederschlag gerathen. Man erhält auf diese Weise eine Flüssigkeit von trügerischer Klarheit, die durchaus nicht ohne Weiteres unter allen Umständen in die Flüsse eingeleitet werden darf, und ausserdem einen Schlamm von meist sehr geringem Dungwerthe, dessen Verkauf die Kosten des Verfahrens noch in keinem Falle gedeckt hat. Wenn nun auch zugegeben werden muss, dass in kleinen Verhältnissen vielleicht die eine oder andere der genannten oder überhaupt vorgeschlagenen Methoden geeignete Anwendung finden kann, so ist doch, in Hinblick auf die grossen Massen von Schmutzwasser, die von kanalisirten Städten geliefert werden, vor der Hand von Versuchen zur chemischen Reinigung des Sielwassers abzusehen. Wie die Berichte der englischen Flussverunreinigungscommission, der Pariser Commission zur Reinigung der Seine und der Berliner gemischten Deputation beweisen, ist man in England, Frankreich und Deutschland hierüber zu den nämlichen Resultaten und Anschauungen gelangt.

---

1) Berichte der Deutsch. chem. Gesellschaft. 1872. S. 942. — Dtsch. Vierteljahrsschr. f. öffentl. Gesundheitspfl. VII. S. 328.

2) Bürkli, Bericht ... über den Besuch einer Anzahl Berieselungsanlagen. S. 105. 1875.

3. Reinigung des Kanalwassers durch Filtration.

Wenn man eine nicht allzu dünne Schicht eines unbewachsenen, porösen Bodens mit einer Flüssigkeit übergiesst, die fremdartige Stoffe theils in Lösung, theils in Suspension enthält, so übt der Boden auf diese Substanzen eine Absorption aus, deren Grösse zunächst von den Eigenthümlichkeiten des Bodens und der aufgegossenen Flüssigkeit abhängt, aber auch durch die Menge und Concentration der letzteren und durch die Zeitdauer ihrer Berührung mit dem Boden bestimmt wird.

Am leichtesten werden vom Boden suspendirte Stoffe zurückgehalten. Nach Lissauer[1]) können suspendirte Partikel auch dann in dem zur Filtration dienenden Boden zurückbleiben, wenn sie bedeutend kleiner sind als die Bodenporen, während andererseits oft grössere Objecte den Boden durchdringen, wenn nämlich ihr specifisches Gewicht geringer ist als dasjenige der betreffenden Flüssigkeit: so z. B. wurden kleinere Stärkemehlkörner vom Boden zurückgehalten, während grössere Monaden, wenngleich vereinzelt, durchgingen; die ersteren, weil sie specifisch schwerer sind als Wasser, blieben in den Lücken zwischen den einzelnen Körnern des Bodens sitzen, während sich die leichteren Bakterien und Monaden bei allen Windungen des Wasserstromes durch die Bodenporen schwimmend erhalten und so durch die ganze Erdschicht durchdringen können.

Das Zurückhalten gelöster organischer Stoffe durch den Boden müssen wir uns im Wesentlichen als Wirkung einer physikalischen Attraktion der Bodentheilchen vorstellen, durch welche die organischen Substanzen mechanisch präcipitirt, sozusagen condensirt werden (Falk).[2]) Desshalb ist auch die feine Vertheilung der Bodenpartikel, wodurch die absorbirende Oberfläche vergrössert wird, für die Intensität der Wirkung von grossem Belange (Flächenattraktion). Hierzu kommt dann noch die chemische Verwandtschaft gewisser Bodenbestandtheile zu gelösten organischen Substanzen; so bildet sich beim Aufgiessen von schwefelhaltigen organischen Stoffen auf eisenhaltigem Boden ohne Fäulniss Schwefeleisen; Gyps im Boden wirkt chemisch zersetzend und fördert gleichzeitig die physikalische Absorptionskraft des Bodens. — Die Fähigkeit des Bodens, gelöste organische Substanzen zu absorbiren, wächst nach Lissauer (a. a. O.) bis zu einem gewissen Grade mit der Concentration der Flüssigkeit: von einer 2procentigen Harnstofflösung, die 2.8 Grm. Harnstoff enthielt, wurden 0.7648 Grm. = 27.3% vom Boden zurückgehalten, während von einer 4procentigen Lösung, mit 5.6 Grm. Harnstoff, 1.735 Grm. = 31.0% absorbirt wurden; in ähnlicher Weise wuchs in den Versuchen

---

1) Lissauer, Hygienische Studien über Bodenabsorption. Deutsch. Vierteljahrsschr. f. öff. Gesundheitspfl. VIII. S. 569 u. flgde.

2) Falk, Experimentelles zur Frage der Kanalisation mit Berieselung. II. Vschr. f. gerichtl. Med. u. öffentl. Sanitätswesen. 29. Bd. S. 272—296.

Lissauer's die specifische Bodenabsorption für Phosphorsäure mit der Concentration der aufgegossenen Lösung.[1])

Weiter oben, als von der Selbstreinigung des Bodens die Rede war, haben wir der Arbeiten von Schloesing und Müntz, Falk, Soyka Erwähnung gethan, aus welchen hervorgeht, dass der Boden suspendirte und gelöste Substanzen nicht nur mechanisch zurückhält, sondern auch chemisch umwandelt, wobei Spaltungs- und Oxydationsprocesse vor sich gehen, die theilweise durch den Sauerstoff der Bodenluft allein, theilweise unter Mitwirkung niedriger Organismen (Spaltpilze) eingeleitet werden und schliesslich zu vollständiger Mineralisirung der organischen Substanz führen. Hierauf beruht nun die für die Reinigung des Sielwassers durch Filtration so wichtige desinficirende, „entgiftende" Wirkung des Bodens. Es ist das Verdienst Falk's[2]), dieselbe in directer Weise nachgewiesen zu haben.

Falk filtrirte durch trockenen Sandboden, der 35 proc. Hohlräume zeigte, Lösungen verschiedener Gifte, Fermente und anderer organischer Substanzen, im Verhältniss von 2 Volumtheilen Flüssigkeit auf 100 Theile Boden; die Versuche waren so eingerichtet, dass gewöhnlich nach 8 Tagen die erste Menge Filtrat von dem Sande abtropfte. Hierbei zeigte sich regelmässig, dass die abtropfende Flüssigkeit ihre Fermentwirkung oder ihre giftigen Eigenschaften eingebüsst hatte: Emulsin vermochte nach der Filtration nicht mehr Amygdalin oder Salicin zu spalten; das Filtrat von Mundspeichel war ohne Wirkung auf Stärke; tuberkulöse Sputa, deren pyrogene Eigenschaften vorher constatirt waren, gaben ein Filtrat, das bei subcutaner Injection in keiner Weise fiebererzeugend wirkte; Lösungen von Milzbrandblut, von denen wenige Tropfen, unter die Haut gebracht, genügten, um innerhalb einiger Stunden ein kleines Kaninchen zu tödten, hatten nach der Filtration ihre giftige Wirkung vollkommen verloren; Kanalwasser in den verschiedensten Stadien der Zersetzung, mit welchem Falk gelegentlich durch subcutane Injection eine septische Blutvergiftung bei einem Meerschweinchen erzeugen konnte, erwies sich nach der Filtration unschädlich; auch Indol, dem der Koth wesentlich seinen specifischen Geruch verdankt, wurde, wenn die Lösung in geringen Mengen aufgegossen ward, vom Boden zerstört; erst bei grösseren Mengen behielt das Filtrat die chemische Reaction und den Geruch von Indol. — Auf die Resultate seiner Versuche gestützt, schreibt Falk der Filtration durch Boden, auch wenn derselbe unbepflanzt ist, ein Entgiftungsvermögen für

1) Aus diesen Beobachtungen darf natürlich nicht der Schluss gezogen werden, dass auch die chemischen Veränderungen der absorbirten Substanzen im Boden mit der Concentration der aufgegossenen Lösung wachsen; die schon weiter oben erwähnten Versuche Soyka's, Ueber die Nitrificirung des Harnstoffs im Boden (Ztschr. f. Biol. XIV. S. 449) beweisen das Gegentheil.

2) Vierteljahrsschr. f. gerichtl. Med. u. öffentl. Sanitätswesen. Bd. 27. S. 83 und Bd. 29. S. 272.

die der Gesundheit bedenklichen, zersetzungfähigen Flüssigkeiten zu, wie es auch nur annähernd keines der bisher bekannten chemischen Desinfectionsmittel besitze. Soyka[1]) hat sodann diese Untersuchungen vervollständigt, indem er zeigte, dass es sich in erster Linie hierbei um Absorptionsvorgänge handle, dass aber nach einiger Zeit diese vom Boden zurückgehaltenen organischen Gifte wesentlich zerstört werden.

Man hat noch vor Kurzem (Frankland[2])) die reinigende Kraft des Bodens mehr seiner physikalischen Beschaffenheit — Porosität, Korngrösse, Feinheit der Poren — als seiner chemischen Zusammensetzung zugeschrieben. Gegenwärtig ist man geneigt auch die chemischen Eigenthümlichkeiten des Bodens und gewisse Fermentwirkungen hierfür in Anspruch zu nehmen. Doch scheinen in der That nicht selten die physikalischen Verhältnisse maassgebend zu sein; es liesse sich sonst nicht erklären, warum Bodenarten, die nach der chemischen Analyse einander sehr nahe verwandt sind, doch in gänzlich verschiedenem Grade für die Filtration des Sielwassers tauglich sein können, während andererseits chemisch verschiedene Bodenarten eine ähnliche Wirkung äussern.

Der beste Boden für die Filtration scheint nach den Versuchen Frankland's ein loser Mergel zu sein, der Eisenoxydhydrat und Thonerde enthält, ebenso empfiehlt sich ein nicht ganz feiner Sand in trockener Lage; Lehmboden ist seiner geringen Porosität wegen untauglich; ausserdem bekommt er beim Austrocknen Spalten, durch welche das Kanalwasser ungereinigt in die Tiefe treten würde.[3]) Die filtrirende Schicht muss etwa 2 Meter tief sein und das abfliessende Wasser soll ein natürliches Gefälle nach dem Wasserlaufe haben. Zweckmässig ist es, das Filtrirterrain so zu wählen, dass in der Richtung seines Gefälles keine Ortschaften liegen, die ihren Wasserbedarf aus dem Grundwasser beziehen; es könnten sonst die Brunnen dieser Ortschaften, wenn zufällig die Filtration eine unvollständige ist, durch Fäulnissstoffe aus dem Kanalwasser verunreinigt

1) Tageblatt der 54. Versammlung deutscher Naturforscher u. Aerzte in Salzburg 1881.

2) First report of the Commissioners etc. Deutsch von Reich.

3) Nach Frankland (a. a. O.) reinigte in 24 Stunden ein sehr poröser, mit einer dünnen Schicht (25 Mm.) feinen Sandes bedeckter Kies, der bereits 5 Jahre hindurch mit Kanalwasser berieselt worden war, 45 Liter pro Cubikmeter; ein leichter hellrother Sand aus verwittertem Sandstein 26 Liter pro Cbm.; der gebundenere Boden einer Rieselfarm 22.6 Liter pro Cbm. (nach 12 Wochen dauernder, ununterbrochener Filtration nahm die Menge organischer Bestandtheile im Filtrate beständig zu); ein leichter, gelblichbrauner Lehm aus dem Mergelstein der Juraformation 58.8 Liter pro Cbm. (drei Monate hintereinander).

werden. Findet das von der Filtrirschicht abfliessende Wasser nicht von selbst gehörigen Abfluss, so muss der Boden in einer Tiefe von ungefähr 2 Meter künstlich drainirt werden.

Man unterscheidet zwei Arten der Filtration des Kanalwassers, die aufsteigende und die absteigende Filtration. Bei dem ersteren Verfahren wird das zu reinigende Wasser dem Filter von unten zugeführt und steigt unter dem Drucke der nachfolgenden Flüssigkeit in der filtrirenden Schicht in die Höhe, um nachher von der Oberfläche derselben abzulaufen. Da diese aufsteigende Filtration selbstverständlich eine continuirliche sein muss und hierbei alle Luft aus dem Boden verdrängt wird, so ist keine Gelegenheit für den Zutritt frischer Luft zu den Poren des Filters gegeben, das letztere verstopft sich rasch und übt dann eine ganz ungenügende chemische Wirkung auf das Sielwasser aus.[1]) Aus diesem Grunde hat man die aufsteigende Filtration gänzlich aufgegeben und wendet nur noch die absteigende Filtration an, die man ausserdem in bestimmten Zwischenräumen unterbricht, damit Gelegenheit zu hinreichendem Luftzutritt in die Poren des Bodens und zu theilweiser Zersetzung des daselbst abgelagerten Schlammes gegeben sei (absteigende intermittirende Filtration). Da übrigens auch hierdurch die endliche Verstopfung der Poren nicht verhindert werden kann, so muss man, um den filtrirenden Boden wieder durchgängig zu machen, denselben zuweilen längere Zeit hindurch austrocknen lassen oder energisch umwühlen; es kann sogar nothwendig werden, die oberste, am meisten verstopfte Schlammschicht von Zeit zu Zeit zu entfernen.

Ueber die Menge des Kanalwassers, das in der Zeiteinheit von einem gegebenen Volum des filtrirenden Bodens gereinigt werden kann, liegen die im 1. Berichte der englischen Flussverunreinigungscommission niedergelegten Versuche Frankland's vor.

Es ergab sich, dass, wenn Londoner Kanalwasser der absteigenden intermittirenden Filtration durch eine 4.57 Meter hohe Schicht von Sand und Kreide unterworfen wurde und wenn auf 1 Cub.-Fuss filtrirender Masse in 24 Stunden nicht mehr als 57.5 Cub.-Zoll (d. h. auf 1 Cub.-Meter 32,5 Liter)[2]) Sielwasser kamen, die Filtration sehr günstige Resultate gab: der in 100000 Theilen Wasser enthaltene organische Kohlen-

1) Nach den Versuchen Frankland's war die continuirliche aufsteigende Filtration nicht im Stande 37 Cubikzoll Londoner Kanalwasser pro 1 Cubikfuss Sandboden und 24 Stunden (21.5 Liter pro Cbm.) durch eine 4.57 Meter hohe Sandschicht hinlänglich zu reinigen; eine Nitrificirung des Stickstoffs trat gar nicht ein.

2) 1 engl. Cubikfuss = 28.2 Liter; 1 engl. Cubikzoll = 16 Ccm.

stoff wurde hierbei von 4.386 Theilen auf 0.734 Th. reducirt, der org. Stickstoff von 2.484 Th. auf 0.108 Th.; die suspendirten Stoffe wurden ganz zurückgehalten. Eine schnellere Filtration machte die Reinigung ungenügend. — Bei Versuchen über die filtrirende Wirkung der Erde an verschiedenen Orten hat sich herausgestellt, dass dieselbe sehr verschieden ist: die Menge von Kanalwasser, welche in 24 Stunden durch einen Cub.-Fuss Erde gereinigt werden konnte, schwankte zwischen 40 und 102 Cub.-Zoll (23—60 Liter auf 1 Cub.-Meter). Auch in Bezug auf ihre chemische Wirkung zeigten verschiedene Bodenarten grosse Verschiedenheiten: während z. B. bei Benutzung aller anderen Bodenarten eine Nitrificirung des Stickstoffes beobachtet wurde, trat dieselbe in der Erde von Barking fast gar nicht ein; dagegen wurde von dieser Erde sowohl das Ammoniak, als auch der sog. organische Stickstoff zum grössten Theil festgehalten, — ein Umstand, welcher sowohl für die Reinigung des Kanalwassers als für seine Ausnutzung im Interesse der Landwirthschaft von grosser Bedeutung ist.

Durchschnittlich kann man nach den in England gemachten Erfahrungen annehmen, dass in 24 Stunden von 1 Cubikmeter Boden 40 Liter Kanalwasser genügend gereinigt werden. Wenn man also über eine poröse Bodenschicht von 2 Meter Tiefe verfügt und voraussetzt, dass auf jeden Einwohner 150 Liter Kanalwasser täglich kommen, so braucht man zur Filtration des von einer Bevölkerung von 100000 Personen täglich gelieferten Sielwassers eine Bodenoberfläche von 19 Hektaren = 46 engl. acres, wobei auf jede Hektare etwa 800 Cbm. täglich oder 290000 Cbm. jährlich kommen.[1])

So günstig nun aber auch die Erfolge der über Filtration des Kanalwassers durch unbepflanzte Erde im Laboratorium und überhaupt der in kleinem Maassstabe angestellten Versuche ausgefallen sind, so stehen doch einer allgemeineren Einführung dieses Verfahrens bedeutende Hindernisse gegenüber. Erstens könnten die dabei entstehenden, ausgedehnten, mit fäulnissfähigem Schlamm imprägnirten und von keiner Vegetation bedeckten Bodenflächen vom Standpunkte der öffentlichen Gesundheit aus Bedenken erregen, und zweitens würden selbstverständlich alle düngenden Bestandtheile für die Landwirthschaft verloren gehen. Aus diesen Gründen ist man denn auch meistens nicht bei der reinen Filtration des Kanalwassers stehen geblieben, sondern hat zeitweise die filtrirende Bodenfläche zur Anpflanzung geeigneter Gartengewächse verwendet und hierdurch ein Mittelding zwischen Filtration und Berieselung geschaffen.

So verfuhr man z. B. mehrere Jahre lang in der Stadt Merthir-Tydvill im südlichen Wales: das zur Filtration bestimmte Feld war in vier gleiche Schläge getheilt und jeder derselben wurde mit dem Abflusswasser

1) 1 Hektare = 10000 Quadratmeter = 2.41 acres = 3.819 preuss. Morgen.

der Stadt je sechs Stunden lang berieselt, blieb demzufolge die übrigen 18 Stunden dem Einfluss der Luft ausgesetzt. Der Versuch, dieses Land als Garten zu bestellen, ist mit Erfolg gekrönt worden.[1]) Die zur Filtration dienende Bodenfläche betrug 8 Hektaren auf 55000 Einwohner, was mit obiger theoretischer Berechnung sehr gut stimmt. Das Grundwasser wurde durch Drainirung bis auf 2 Meter unter der Oberfläche gesenkt. Vor der Filtration fand eine Klärung des Sielwassers durch Kalkmilch statt. Klagen über Luft- oder Grundwasserverunreinigung sind auch von Seite der nächsten Nachbarn nicht erhoben worden. Die Reinigung des Kanalwassers war so vollkommen, als man sie nur wünschen kann, wie folgende Zahlen beweisen (Mittel aus 6 Analysen), die sich auf 1 Million Theile des Wassers beziehen[2]):

	Feste Bestandtheile	Organ. Kohlenstoff	Chlor	Organ. Stickstoff	Ammoniak	Stickstoff in Nitriten und Nitraten	Gesammtstickstoff
Drainwasser von der Filterfläche	339	1.56	28.4	0.32	0.63	2.69	3.52
Wasser der Londoner Wasserleitungen im Durchschnitt für 1872	270	2.61	18.5	0.39	0.01	2.06	2.46

Gegenwärtig ist die Methode der absteigenden intermittirenden Filtration in Merthir-Tydvill verlassen, da die Stadt zur eigentlichen Berieselung übergegangen ist. Nach Rawlinson soll nur noch in Kendal, einer Stadt von etwa 14000 Einwohnern, das Cloakenwasser durch Filtration auf 2 Hektaren eines feinsandigen Lehmbodens gereinigt werden. Nach einem anderen Berichte gibt es ausserdem in England noch kleinere Städte, in denen diese Methode mit Erfolg und ohne grosse Kosten geübt wird.[3])

Da man, wie wir weiter unten sehen werden, in der Berieselung des bepflanzten Landes ein viel vollkommneres Verfahren zur Reinigung des Kanalwassers gefunden hat, als es die Filtration ist, so erscheint es natürlich, dass die letztere, als selbstständige Methode, nur noch selten angewendet wird; dagegen kann sie neben der Berieselung, und namentlich zu Zeiten, wo letztere, klimatischer Verhältnisse halber, nicht am Platze ist, sehr gute Dienste leisten. In nördlich gelegenen Städten, wo die Bodenoberfläche im Winter gefriert, wird die Anwendung der Filtration sogar nicht zu umgehen sein; die in Berlin geübte zeitweise Einstauung des Sielwassers in Flachbassins trägt, wenigstens theilweise, den Charakter der Filtra-

1) E. Wiebe, Ueber Reinigung des Hauswassers. Deutsch. Vierteljahrsschr. f. öffentl. Gesundheitspfl. IV. S. 527.

2) Sixth Report of the Commissioners etc.

3) Sander, Handb. d. öffentl. Gesundheitspfl. p. 392.

tion, da hierbei auf ein Versinken der flüssigen Bestandtheile des Kanalwassers gerechnet wird.

Auch die Abwässer von Fabriken hat man durch Filtration zu reinigen versucht, wobei man sich theils der Erde, theils einer Mischung von Asche mit Schlacken bedient. Die folgenden Zahlen zeigen den Effect der Reinigung eines Fabrikwassers (Färberei) durch eine Lage von Kohlenresten und Asche[1]; auf 100000 Theile der Flüssigkeit kommen:

	vor der Filtration	nach der Filtration
Gesammtmenge der suspendirten und gelösten Stoffe	114.7	40.0
Organischer Kohlenstoff	11.323	1.757
„ Stickstoff	0.512	0.158
Ammoniak	1.678	0.004
Stickstoff in Form von Nitriten und Nitraten . .	0	0.410
Gesammtmenge an chemisch gebundenem Stickstoff	1.894	0.571
Chlor	7.45	2.75

Um einen befriedigenden Erfolg zu sichern, muss natürlich auch hier die Filtration eine intermittirende sein. Bei Laboratoriumsversuchen mit schmutzigen Fabrikwässern hat sich herausgestellt, dass dieselben durch Filtration schwieriger zu reinigen sind, als die Sielwässer der Städte, so dass man auf die Volumeinheit filtrirenden Materials keine so grosse Quantität Schmutzwasser nehmen darf, wie bei den letzteren; die Versuche haben gezeigt, dass man nicht über 28.8 Cub.-Zoll auf 1 Cub.-Fuss (16 Lit. auf 1 Cub.-Meter) gehen sollte, während, wie wir oben gesehen haben, Kanalwasser mit Erfolg in einer Menge von 23—60 Liter auf den Cub.-Meter filtrirt werden kann.

4. *Reinigung des Kanalwassers durch Berieselung.*

Der Gedanke, dem Sielwasser durch Berieselung bepflanzten Landes seine offensiven Bestandtheile zu entziehen und zugleich die werthvollen Dungstoffe desselben im Interesse der Landwirthschaft zu verwenden, ist, allerdings in sehr primitiver Weise, schon vor mehr als 100 Jahren in England zur Verwirklichung gelangt, indem das Schmutzwasser der Strassenkanäle von Edinburg seit dem Jahre 1760 auf ein zum Theil lehmiges, zum Theil sandiges Terrain in der Nähe des Meeres geleitet wird, wodurch diese früher unfruchtbare Strecke in Wiesenland umgewandelt wurde (die sog. Craigentinay-Wiesen). Aber erst in neuerer Zeit gewann die Verwendung des Sielwassers zur Berieselung allgemeinere Verbreitung, hauptsächlich in Folge der vielerorts aufgetretenen Opposition gegen die Verunreinigung der Flüsse durch die Cloakenwässer.[2] Zahlreiche eng-

1) Third Report of the Commissioners etc. — Reinigung und Entwässerung Berlins. Anhang I. Deutsch. Vierteljahrsschr. f. öffentl. Gesundheitspfl. IV. S. 409 u. flgde.

2) Die in England zu verschiedenen Zeiten erlassenen Gesetze betreffs Ver-

lische Städte sind auf Grundlage der bestehenden Gesetze durch richterlichen Entscheid gezwungen worden, ihr Kanalwasser, vor Einleiten desselben in die Flüsse, einer Reinignng zu unterwerfen, und da die anfänglich fast überall versuchten chemischen Reinigungsmethoden mit grossen Kosten verbunden waren, ohne ein entsprechendes Resultat zu geben, so gingen die mit Wasserklosets versehenen Städte allmählich, eine nach der andern, zur Berieselung über.

Man verfährt hierbei im Wesentlichen nach zwei verschiedenen Methoden: entweder lässt man das Kanalwasser nur oberflächlich über die betreffenden Landflächen hinfliessen, wobei es, mehr oder weniger gereinigt, schliesslich in einen Abzuggraben gelangt (Bewässerung), — oder man strebt eine Versickerung des Wassers in den Boden an, wobei ein oberflächlicher Abfluss nicht stattfindet, sondern das gereinigte Bodenfiltrat durch natürliche oder künstliche Drainirung in der Tiefe abfliesst (eigentliche Berieselung). Die Bewässerung ist das ältere, ursprüngliche Verfahren, wird aber unter gewissen Verhältnissen auch gegenwärtig noch angewendet. Die eigentliche Berieselung ist als vervollkommnete absteigende, intermittirende Filtration zu betrachten; sie unterscheidet sich von der letzteren nur dadurch, dass hier die Lebensthätigkeit der Pflanzen in Action tritt, wodurch in relativ kurzer Zeit ein Effect erzielt wird, der im unbebauten Boden nur langsam und weniger vollkommen zu Stande kommt — die chemische Umwandlung der organischen, fäulnissfähigen Bestandtheile des Kanalwassers und ihre schliessliche Entfernung aus dem Boden; ausserdem werden bei der blossen Filtration die Endproducte der Zersetzung, salpetersaure und salpetrigsaure Salze, Kohlensäure u. s. w. entweder von den atmosphärischen Niederschlägen aus dem Boden ausgewaschen, oder gehen, soweit sie gasförmiger Natur sind, in die Luft über, während bei der Berieselung die Producte der Einwirkung des Bodens und des atmosphärischen Sauerstoffs auf die organischen Substanzen, in den verschiedensten Stadien der Spaltung und Zersetzung, in den Pflanzenkörper eintreten und zum weiteren Aufbau desselben dienen.

Es ist schwer zu bestimmen, wieviel die Pflanzenwurzeln selbst unmittelbar zur Reinigung des Kanalwassers beitragen. Im Allgemeinen ist man der Ansicht, dass die Pflanzen nur die mineralisirten Endproducte der im Boden vor sich gehenden Zersetzungsprocesse aufnehmen; doch scheinen nach den Beobachtungen Carpenter's[1]) die kleinen Wurzelfasern vieler Pflanzen bis zu einem gewissen Grade die Fähigkeit zu besitzen,

hinderung der Flussverunreinigung durch Kanalwasser und Verwendung des letzteren zur Berieselung siehe bei Bürkli, Bericht u. s. w. Anhang. S. 38 u. flgde.

1) Deutsch. Vierteljahrsschr. f. öffentl. Gesundheitspfl. VIII. S. 183.

die gelösten organischen Stoffe auch ohne vorherige Zersetzung direct aufzunehmen. Immerhin ist es wahrscheinlich, dass die Hauptarbeit der Erde selbst zufällt: sie hält die Dungstoffe durch mechanische und chemische Einwirkung zurück, vertheilt sie, bewirkt diejenigen chemischen Umwandlungen, welche die Stoffe zur Assimilation durch die Pflanzen tauglich machen und bewahrt sie bis zum geeigneten Momente auf. Dem entsprechend findet man, dass auch im Winter, wo die Vegetation unthätig ist, die Reinigung des Kanalwassers dennoch vor sich geht und dass das Material, welches sich im Winter in der Erde angesammelt hat, im Frühjahr durch die Pflanzen verbraucht wird. Dass die Rolle der Pflanzen selbst, im Momente der Berieselung, nicht hoch angeschlagen werden kann, wird auch durch die folgenden Beobachtungen Frankland's erwiesen, nach welchen dem Kanalwasser durch die Berieselung nicht mehr gelöste und suspendirte organische Substanzen entzogen werden, als durch absteigende, intermittirende Filtration.[1] Die Tabelle enthält ausserdem auch die Resultate der Reinigung des Kanalwassers durch chemische Processe und durch aufsteigende Filtration:

	Von den löslichen organischen Substanzen wurden entfernt, resp. im Boden zurückgehalten (in Proc.)		Von den suspendirten organ. Stoffen wurden entfernt
	org. Kohlenstoff	org. Stickstoff	
A. Chemische Processe:			
Günstigstes Resultat	50.1	65.8	100
Ungünstigstes	3.4	0	59.6
Durchschnittliches	28.4	36.6	89.6
B. Aufsteigende Filtration:			
Günstigstes Resultat	50.7	65.5	100
Ungünstigstes	0.6	12.4	100
Durchschnittliches	26.3	43.7	100
C. Absteigende intermitt. Filtration:			
Günstigstes Resultat	88.5	97.5	100
Ungünstigstes	32.8	43.7	100
Durchschnittliches	72.8	87.6	100
D. Berieselung:			
Günstigstes Resultat	91.8	97.4	100
Ungünstigstes	42.7	44.1	84.9
Durchschnittliches	68.6	81.7	97.7

Der Grad der Reinigung des Kanalwassers durch Berieselung wurde in England durch zahlreiche vergleichende Analysen des zu- und abfliessenden Wassers controlirt. Lawes und Gilbert[2]) geben hierüber folgende Zahlen:

1) First Report of the Commissioners etc.

2) Lawes u. Gilbert, Ueber die Zusammensetzung, den Werth und die Benutzung des städt. Cloakendüngers. Deutsch von Holtzendorff. Glogau 1869.

	In 1 Liter Kanalwasser	In 1 Liter Abflusswasser
Unorganische Stoffe	1.30—1.40 Grm.	0.53—0.58 Grm.
Organische . . .	0.60—0.73 „	0.10—0.11 „
Ammoniak	0.12 „	0.01

In Croydon, wo vorzugsweise Oberflächenberieselung (Bewässerung) stattfindet, ergaben die ein ganzes Jahr hindurch periodisch ausgeführten Analysen folgende Resultate[1]) (die Zahlen beziehen sich auf 100000 Theile Wasser):

	Gesammtrückstand	Organ. Kohlenstoff	Organ. Stickstoff	Ammoniak	Stickstoff in Nitriten und Nitraten	Stickstoffgehalt in Verbindungen	Chlor
Durchschnittl. Zusammensetzung des Sielwassers vor der Berieselung .	45.7	2.508	1.576	3.005	0.000	3.527	4.23
Durchschnittl. Zusammensetzung des Abflusswassers	38.37	0.621	0.128	0.131	0.363	0.584	2.63

Man sieht, dass auch bei blosser Oberflächenberieselung die Reinigung des Kanalwassers eine sehr bedeutende ist; es darf nicht auffallen, dass hierbei der Gesammtrückstand sich wenig verändert, und dass eine Nitrificirung des Stickstoffs nur in geringem Grade vor sich geht. — Den Einfluss der Jahreszeit auf die Reinigung des Croydoner Sielwassers zeigt folgende Tabelle:

	Gesammtrückstand	Organ. Kohlenstoff	Organ. Stickstoff	Ammoniak	Stickstoff in Nitriten und Nitraten	Stickstoffgehalt in Verbindungen	Chlor
Durchschnittl. Zusammensetzung vor der Berieselung	45.7	2.508	1.576	3.005	0.000	3.527	4.23
Nach der Berieselung:							
Frühling	35.4	0.594	0.104	0.072	0.225	0.388	2.32
Sommer	35.4	0.607	0.126	0.069	0.155	0.300	2.57
Herbst	43.1	0.690	0.138	0.185	0.589	0.792	3.20
Winter	40.6	0.612	0.145	0.204	0.533	0.846	2.72
Nach 7 Tagen Frost	45.6	0.591	0.239	0.371	0.448	0.992	2.88

Im Ganzen äussern also unter den klimatischen Verhältnissen Englands die Jahreszeiten nur einen geringen Einfluss auf die rei-

1) First Report of the Commissioners etc. Reinigung und Entwässerung Berlins. Anhang I.

nigende Kraft des Bodens, wenn auch allerdings im Winter überhaupt, und besonders nach Frösten, dieselbe etwas abzunehmen scheint. Nach der Angabe Mitgau's[1]) ist das von der Croydoner Rieselfarm abfliessende Wasser, welches nicht überall durch den Boden filtrirt ist und noch Zuflüsse von der Oberfläche enthält, wenn auch mit suspendirten Theilchen vermischt, doch klar und vollständig geruchlos; auch wird dasselbe ohne jeden Nachtheil zum Tränken des Viehes benutzt.

Die völlig genügende Reinigung des Kanalwassers durch Berieselung wurde auch in neuerer Zeit wieder durch die englische Flussverunreinigungscommission für die verschiedensten Bodenarten bestätigt.[2]) Unter 72 Proben des Drainwassers von Rieselfarmen fand sich nur eine, welche mehr als 2 Theile organischen Kohlenstoffs auf 100000 Theile Wasser enthielt, und nur drei, welche mehr als 0.3 Theile organischen Stickstoffs (gelöst) aufwiesen; alle anderen Proben entsprachen in dieser Beziehung vollständig den von Frankland angegebenen Grenzbestimmungen für die Zulassung des Kanalwassers in die Flüsse.

Ueber den Grad der Reinigung, welchen das Kanalwasser von Danzig beim Durchtritt durch den Dünensand, aus welchem die dortigen Rieselfelder bestehen, erfährt, liegen die Analysen von Helm[3]) vor (die Zahlen beziehen sich auf 100000 Theile Wasser):

	Im Kanalwasser			Im Abflusswasser		
	Gelöst	Suspendirt	Summe	Gelöst	Suspendirt	Summe
Organische Stoffe	19.4	35.6	55.0	8.5	1.4	9.9
Unorganische . .	48.9	22.6	71.5	37.1	1.2	38.3
Ammoniak . . .	6.46	—	—	1.13	—	—
Chlor	6.97	—	—	4.74	—	—
Schwefelsäure .	2.37	—	—	1.75	—	—
Phosphorsäure .	0.26	—	—	Spuren	—	—

Die Zahlen zeigen deutlich, wie wenig suspendirte Stoffe durch den Sand hindurchtreten, während allerdings die Quantität der gelösten Substanzen im Abflusswasser noch ziemlich bedeutend ist; doch kommt nach Helm ein grosser Theil der letzteren auf Rech-

1) Mitgau, a. a. O. S. 32.

2) Sixth Report of the Commissioners etc.

3) Helm, Ueber die chemische Beschaffenheit der Kanalflüssigkeit und des Abflusswassers der Danziger Rieselanlagen. Deutsch. Vierteljahrsschr. f. öffentl. Gesundheitspflege. VII. S. 721.

nung von Stoffen, die durch das Sielwasser aus dem Boden der Rieselfelder ausgelaugt werden (eisenhaltige Humuskörper, Chlor u. s. w.). Helm macht bei dieser Gelegenheit mit Recht darauf aufmerksam, dass man aus der Menge der einzelnen Bestandtheile des Abflusswassers keinen Schluss auf die absolute Menge der vom Boden zurückgehaltenen Stoffe ziehen dürfe, da die Quantität der abfliessenden Flüssigkeit stets wesentlich geringer sei als diejenige der aufgerieselten, weil ein grosser Theil des Wassers theils durch Assimilation, theils durch Verdunstung zurückgehalten wird.

Nach den vorliegenden Erfahrungen geht die Reinigung des Kanalwassers in lehm- und humushaltigem Boden vollkommener vor sich als in Sandboden. Letzterer kann vorübergehend ungeheure Mengen von Sielwasser verschlucken, so dass die Quantität des von ihm abfliessenden Wassers relativ gering ist, aber das letztere ist oft schlecht gereinigt. Am stärksten tritt die Mangelhaftigkeit der Reinigung des Kanalwassers durch Sandboden dann hervor, wenn ihm allzugrosse Wassermengen zugeführt werden: da die Flüssigkeit solchen Boden rasch durchläuft und somit nicht Zeit hat demselben ihre gelösten und suspendirten Bestandtheile in grösserer Menge abzugeben, so ist der Abfluss in solchen Fällen nur als eine Ueberströmung ungereinigten Wassers anzusehen.

Dies war z. B. der Fall auf dem Versuchsrieselfelde in Berlin (alluvialer Sandboden), dessen Abflusswasser zeit- und stellenweise das Grundwasser in hohem Grade verunreinigte.[1]) Die folgenden Zahlen zeigen die Grösse dieser Verunreinigung und den Gang der progressiven Reinigung des Wassers aus einem mitten auf dem Rieselfelde gelegenen Grundwasserstandrohre, nachdem am 11. Januar 1872 die Berieselung sistirt worden war (die Zahlen beziehen sich auf 100000 Theile Wasser):

	Januar 1872				April
	14.	16.	18.	25.	6.
Chlor	25.9	20.6	18.6	17.4	12.8
Schwefelsäure . .	10.9	10.9	10.6	11.8	6.0
Ammoniak . . .	4.6	8.6	6.0	4.3	0.39
Salpetersäure . .	5.0	2.5	3.0	4.5	22.7

Auffallend ist hierbei, dass die Zeit der Verunreinigung und der Grad derselben im Grundwasser verschiedener Stellen des Rieselfeldes äusserst verschieden waren. So erwies sich z. B. das Grundwasser im untersten Theile des Rieselfeldes, nach einer 1¼ jährigen sehr intensiven Berieselung, reiner als das Wasser der Berliner Brunnen.[2]) Dieses Freibleiben des Grundwassers von Verunreinigungen an einzelnen Theilen des Riesel-

1) Virchow, Generalbericht. S. 120 u. flgde. — Reinigung und Entwässerung Berlins. VIII.

2) A. Müller in: Reinigung und Entwässerung Berlins. VIII. S. 415.

feldes, während es an anderen Stellen deutlich verunreinigt gefunden wurde, beweist, dass auf dem betreffenden Terrain eine gleichmässige Strömung des Grundwassers nicht stattfand, sondern dass dasselbe durch Streifen von für Wasser undurchgängiger Erde in einzelne Abschnitte getheilt war, die theils stagnirten, theils aber eine nicht unbedeutende Strömung zeigten (Virchow). Jedenfalls ist es also bei der Anlage von Rieselfeldern wichtig, vorher die Strömungsrichtung des Grundwassers und das unterirdische Bodenprofil zu studiren, und man wird sich hüten zur Berieselung mit Kloakenwasser ein Terrain zu wählen, dessen unterirdisches Gefälle direct nach umliegenden Ortschaften hin gerichtet ist, namentlich wenn man es mit lockerem Sand- oder Kiesboden zu thun hat, der nicht immer im Stande ist, das Sielwasser gehörig zu reinigen.

Man hat übrigens die Erfahrung gemacht, dass der Sandboden nach und nach, wenn er in Folge länger dauernder Berieselung mehr Humussubstanzen in seinen Poren abgelagert enthält und dadurch compacter geworden ist, andere Eigenschaften annimmt und die werthvollen Dungbestandtheile des Kanalwassers besser zurückhält.

Nach den Untersuchungen Lissauer's[1]) ist der Absorptionscoefficient[2]) des Danziger Dünensandes nach 4jähriger Berieselung auf das Doppelte der ursprünglichen Grösse gestiegen; derselbe betrug

für 1000 Cbctm. ursprünglichen Sandbodens	3.5
„ „ „ Sandboden nach einjähriger Rieselcultur	4.25
„ „ „ „ „ zweijähriger „	6.5
„ „ „ „ „ dreijähriger „	7.75
„ „ „ „ „ vierjähriger „	7.5

Der Absorptionscoefficient für Gartenerde betrug 12.5. — Lissauer hat auch durch Versuche gezeigt, dass der Absorptionscoefficient einer mit Grasvegetation bedeckten Erde für Harnstoff grösser ist als derjenige eines unbebauten Bodens (ebenda). Nach seinen Erfahrungen bezieht sich die Absorptionsfähigkeit des Danziger Rieselbodens fast ausschliesslich auf stickstoffhaltige Substanz und Phosphorsäure, während Chlor nur in geringen Mengen absorbirt wird; es soll desshalb ein Irrthum sein, aus der Menge der Chloride in dem Abflusswasser den Grad der Reinigung desselben bestimmen zu wollen.

Der Grad der Reinigung des Sielwassers durch den bepflanzten Boden hängt wesentlich von dem Verhältniss der Kanalwassermenge zur Grösse der Rieselfläche, d. h. von der Intensität der Berieselung ab. Es gibt ohne Zweifel einen Grad der Uebersättigung des Bodens mit Flüssigkeit und organischem Zersetzungsmaterial, bei welchem der Boden neu zugeführtes Schmutzwasser nicht mehr zu bewältigen vermag, weder mechanisch noch chemisch, so dass das Wasser einfach ungereinigt wieder abläuft, oder, wenn eine

1) Deutsche Vierteljahrsschr. f. öffentl. Gesundheitspfl. VIII. S. 593.

2) Absorptionscoefficient nennt Lissauer die Differenz zwischen dem spec. Gewicht der Absorptionslösung und demjenigen des Filtrates.

genügende natürliche oder künstliche Drainage des Rieselfeldes fehlt, zu Steigen des Grundwasserniveaus und Versumpfung des Terrains Veranlassung gibt. Nach dem weiter oben über das verschiedene Verhalten der Bodenarten dem Sielwasser gegenüber Gesagten, ist verständlich, dass die Menge des letzteren sich bis zu einem gewissen Grade nach der Bodenbeschaffenheit richten muss. Aber ausser den sanitären, kommen hierbei meist auch noch öconomische, zuweilen sogar landwirthschaftliche Rücksichten in Betracht: öconomische — weil es für die Städte wichtig ist, so wenig Land als nur immer möglich, zur Anlage der Rieselfelder zu erwerben; landwirthschaftliche — weil für verschiedene Pflanzenculturen oft eine verschiedene Intensität der Berieselung wünschenswerth ist. Die günstigste Wirkung der im Sielwasser vorhandenen Dungstoffe wird nach englischen Erfahrungen erreicht, wenn auf eine Hektare die Abwässer von 100 Personen kommen, was je nach der Grösse des Wasserverbrauches in verschiedenen Städten eine Kanalwassermenge von 5000—10000 Cbm. pro Hektare und Jahr ergibt.[1]) Durchschnittlich wird aber in England auf etwa 250 Personen pro Hektare gerechnet.

Die Zusammenstellung der Verhältnisse in 44 englischen Städten mit einer Gesammtbevölkerung von ca. 584000 Einwohnern ergibt nahezu 260 Personen pro Hektare, was je nach dem Wasserverbrauch 12500 bis 25000 Cbm. pro Jahr und Hektare ausmacht. Die englische Flussverunreinigungscommission rechnete auf 100 Personen für 1 Acre (244 Menschen auf 1 Hektare). — Für Berlin nahm Dünkelberg[3]) an, dass, mit Rücksicht auf die Bodenverhältnisse in der Umgebung der Stadt, man auf die Flächeneinheit Rieselfeld etwa dreimal soviel Personen rechnen könne als in England, d. h. mindestens 700 Personen pro Hektare. Diese Erwartungen schienen allerdings etwas zu hoch gespannt zu sein, aber doch kommen, nach dem gegenwärtigen Verhältniss von Kanalwasser und nutzbar gemachtem Rieselfeld[4]), gegenwärtig auf die Hektare etwa 460 Personen, was ca. 25000 Cbm. pro Hektare und Jahr entspricht. — In Danzig kommen nach dem gegenwärtigen Verhältniss von Kanalwassermenge und Rieselfläche[5]) ca. 34000 Cbm. pro Hektare und Jahr, und auf die Hektare etwa 470 Menschen.

Es muss übrigens bemerkt werden, dass das auf einen Ort zutreffende Verhältniss von Personenzahl oder Kanalwassermenge auf die Flächeneinheit des Rieselfeldes niemals unmittelbar auf einen

1) Bürkli, Bericht u. s. w. S. 53.

2) 1 acre = 0.41 Hektare = 1.6 preuss. Morgen; 2.41 acre = 1 Hektare = 3.819 preuss. Morgen.

3) Reinigung und Entwässerung Berlins. VII. S. 352.

4) Mitgau, a. a. O. S. 10.

5) Münchener Berichte. VII. Beil. z. III. Ber. S. 52 u. flgde.

anderen Ort übertragen werden darf, wenn man grobe Irrthümer und ernste Uebelstände vermeiden will. Nur specielle und gründliche Vorstudien über den Stand und das Gefälle des Grundwassers auf dem zur Berieselung ausgewählten Terrain, sowie genaue Ermittelungen über die Zeit, welche der betreffende Boden bei der Sättigung mit Sielwasser gebraucht, um die organischen Stoffe in geeigneter Weise umzuwandeln, werden in jedem einzelnen Falle die Grösse des erforderlichen Rieselterrains mit annähernder Sicherheit berechnen lassen (Lissauer).[1]

Die Verwendung des Kanalwassers zur Berieselung hat in England in neuerer Zeit grosse Verbreitung gefunden. Schon im Jahre 1876 unterzogen daselbst 121 von den 583 kanalisirten Städten mit über 5000 Einwohnern ihre Kanalwässer vor deren Abfluss in die öffentlichen Wasserläufe einer Reinigung, und zwar reinigten 64 davon durch Berieselung, der Rest durch chemische Processe, Filtration, oder einfache Klärung durch Einstauung. Gegen das Jahr 1872 hat sich die Anzahl der Rieselanlagen in England um 34 vermehrt. Auf dem europäischen Continente existiren vor der Hand Rieselanlagen nur bei Paris, Danzig und Berlin. Die Einrichtung dieser Rieselfelder, die Technik des Betriebes, ihre finanziellen Erfolge u. s. w. können hier nicht erörtert werden, so dass wir in dieser Beziehung auf die Specialliteratur verweisen müssen.[2] Nur einzelne Seiten der

1) Deutsch. Vierteljahrsschr. f. öffentl. Gesundheitspfl. IX. S. 487.

2) Bürkli, Ueber Anlage städtischer Abzugskanäle u. s. w. 1866. — Varrentrapp, Ueber Entwässerung der Städte. 1868. — Fegebeutel, Die Kanalwässerbewässerung oder die flüssige Düngung der Felder im Gefolge der Kanalisation der Städte in England. 1870. — Lehfeldt, Der gegenwärtige Stand der Abfuhr- und Kanalisationsfrage in Grossbritannien. 1872. — Virchow, Reinigung und Entwässerung Berlins. Generalbericht. 1873. — Fegebeutel, Die Kanalwasser- (Sewage) Bewässerung in Deutschland. 1874. — Bürkli u. Hafter, Bericht an den tit. Stadtrath von Zürich über den Besuch einer Anzahl Berieselungsanlagen. 1875. — Préfecture de la Seine. Assainissement de la Seine: épuration et utilisation des eaux d'égout. 1876. — Dünkelberg, Die Technik der Berieselung mit städtischem Kanalwasser u. s. w. 1876. — Note du directeur des travaux de Paris sur la situation du service des eaux et égouts etc. 1879. — Mitgau, Bericht über die in Berlin u. s. w. eingeführten Systeme der Städtereinigung. 1880. — Kaftan, Die systematische Reinigung und Entwässerung der Städte. 1880. — Reinigung und Entwässerung Berlins. VI—X. — Verhandlungen und Arbeiten der vom Stadtrathe von München niedergesetzten Commission u. s. w. — Zahlreiche Aufsätze Varrentrapp's, Wiebe's, Lissauer's u. A. in der Deutsch. Vierteljahrsschr. f. öffentl. Gesundheitspfl. — Sechs Berichte der englischen Flussverunreinigungscommission. — Aufsätze in der Vjhrsschr. f. gerichtl. Med. u. öffentl. Sanitätswesen. — Aufsätze in den Annales d'hyg. publ. — Aufsätze in Dingler's polyt. Journal.

Rieseltechnik sollen theils der Vollständigkeit der Schilderung, theils ihrer sanitären Bedeutung wegen kurz erwähnt werden.

Wenige grössere Städte liegen im Verhältniss zu ihrer Umgebung so hoch, dass zur Fortschaffung des Kanalinhaltes auf die Rieselfelder das natürliche Gefälle benutzt werden kann. Meist wird es nöthig sein, das Sielwasser mittelst Dampfkraft auf eine gewisse Höhe zu heben, was beim gegenwärtigen Stande der Technik durchaus keine Schwierigkeiten bietet. Die Hebung geschieht in den sog. Pumpstationen, die sich gewöhnlich am untersten Ende des Hauptsammelkanales befinden.

Die Einrichtung kann dabei so getroffen werden, dass die Dampfmaschinen die Flüssigkeit schon in der Pumpstation bis zu der nöthigen Höhe heben, von wo sie dann mit Hülfe des künstlich erreichten Gefälles direct auf die Rieselfelder gelangt; oder es wird das Sielwasser durch ein hermetisch geschlossenes eisernes Rohr auf die höher gelegene Rieselfläche hinausgedrückt. Die Höhe, bis zu welcher die Flüssigkeit gehoben werden muss, ist oft eine sehr bedeutende: in London beträgt sie für das Wasser der verschiedenen Hauptsammelkanäle 6—11 Meter; die Rieselfelder bei Osdorf in Berlin liegen etwa 22 Meter über der Sohle der Reservoire, aus welchen die Pumpen saugen; in Danzig beläuft sich die Gesammthubhöhe auf 9.5 Meter. In den Pumpstationen müssen Vorrichtungen angebracht sein, durch welche grössere, feste Körper (Lappen, Holz, Obst u. dgl.) von den Maschinen ferngehalten werden; feinerer Schlamm wird dagegen von den Pumpen ganz gut bewältigt und verursacht ihnen keinen Schaden.[1]) Um bei Regenfällen aussergewöhnlicher Art die von den Pumpen nicht zu bewältigende Wassermenge zu entfernen, ist es zweckmässig, im Bassin der Pumpstation einen Nothauslass anzubringen (Berlin). Was die Kosten des Betriebes der Pumpstationen anbelangt, so wurden im Jahre 1878 zur Förderung von beinahe 5 Mill. Cbm. Sielwasser nach den 15 Kilometer entfernten und 22 Meter höher gelegenen Rieselfeldern 2551.6 Cbm. Kohlen für 33500 Mark verbraucht, so dass die Förderung von 1 Cbm. Wasser auf 0.7 Pf. zu stehen kam.[2])

In sanitärer Beziehung flössen die Pumpstationen, selbst wenn sie mitten in bewohnten Stadttheilen liegen, durchaus keine Bedenken ein. Aus allen Berichten von Sachverständigen geht hervor, dass nicht einmal in den Maschinenhäusern, unmittelbar über den Reservoiren, ein übler Geruch bemerkt wird, geschweige denn auf den Höfen der Pumpstationen oder in ihrer Nachbarschaft.[3])

Die Frage, ob die suspendirten Stoffe des Sielwassers vor der

---

1) In Danzig werden die festen Stoffe durch Siebräder abgefangen und sodann durch einen Schneckenextractor selbstthätig zu Tage gefördert.

2) Mitgau, a. a. O. S. 14.

3) Siehe z. B. den Münchener Bericht. Beil. VII z. III. Ber. S. 41.

Berieselung möglichst entfernt werden sollen oder nicht, wird sowohl theoretisch als praktisch verschieden beantwortet.

In England, wo vorzugsweise Grasflächen berieselt werden, sucht man fast überall die suspendirten Stoffe durch mechanische Vorrichtungen oder durch Niederschlagsbassins oder endlich durch chemische Mittel aus dem Sielwasser zu entfernen, bevor dasselbe auf die Rieselflächen geleitet wird; in Paris dagegen, auf dessen Rieselanlage bei Gennevilliers nur Gemüse und Hackfrüchte gebaut werden, vermehrt man die Menge der suspendirten Stoffe absichtlich durch den in die Siele gekehrten Strassendünger. Culturart und Betriebsweise der Berieselung mögen hier entscheidend sein. Sehr energisch tritt gegen die vorläufige Entfernung der suspendirten Schlammtheile aus dem Sielwasser Dünkelberg[1]) auf; er stützt sich hierbei einestheils auf die Untersuchungen Lissauer's (s. oben), aus welchen hervorgeht, dass die Absorptionskraft des durchlassenden Sandbodens, die ursprünglich fast gleich Null ist, erst in demselben Maassstabe hervortritt, als die suspendirten Schlammtheile des Kanalwassers sich nach und nach in der obersten Bodenschicht anhäufen, — anderentheils auf eigene Erfahrungen über den Erfolg der Bewässerungen, welche ihn unzweideutig lehrten, dass die suspendirten Stoffe des Rieselwassers eine sehr günstige Wirkung auf das Land und dessen Ernten ausüben. Vermuthlich wird die Lösung dieser Frage nicht eine kategorische, für alle Fälle passende sein können, sondern die Entscheidung je nach den örtlichen Bodenverhältnissen und der Culturart verschieden ausfallen müssen. Dass der Uebergang des Strassenkehrichts in die Siele zur Vermeidung allzugrosser Schlammablagerungen in den letzteren verhindert werden muss, wurde weiter oben schon betont.

Sowohl vom sanitären, als auch vom technischen Standpunkte aus ist es nothwendig, dass das zur Berieselung gewählte Terrain hierzu in gewisser Weise vorbereitet (adaptirt) werde. Die betreffenden Arbeiten bestehen in erster Linie in einer Planirung der Rieselfläche, wodurch Vertiefungen, in welchen das Wasser stagniren könnte, beseitigt werden. Durch Probeberieselungen müssen nach Beendigung der Planirung etwa vorhandene Mängel derselben eruirt und unverzüglich alle Unebenheiten des Terrains, welche die Verbreitung des Sielwassers in gleichmässiger Schicht verhindern könnten, ausgeglichen werden. Bei wellenförmigem Terrain ist dafür zu sorgen, dass das ober- oder unterirdisch ablaufende Wasser überall den gehörigen Abfluss finde. In vielen Fällen wird künstliche Drainage der Rieselfelder nicht zu umgehen sein. Wie sehr sich die Unterlassung dieser Vorsichtsmaassregel rächen kann, lehrt augenscheinlich das Beispiel des Rieselfeldes in Gennevilliers bei Paris.

Dasselbe liegt auf einer von der Seine umflossenen Halbinsel mit durchlässigem, kiesig-sandigem Alluvialboden und nimmt einen Theil des

1) Die Technik der Berieselung mit städtischem Kanalwasser u. s. w. S. 7 u. flgde.

16*

Pariser Sielwassers in einer Menge von 40000—50000 Cbm. pro Hektare im Jahr auf. Im Jahre 1869, als mit der Berieselung begonnen wurde, stand das Grundwasser 4—4.5 Meter unter der Oberfläche; aber schon im Jahre 1876 constatirte eine vom Seinepräfecten ernannte Commission, dass sich im Allgemeinen das Grundwasserniveau um 2 Meter gehoben hatte und dass an einzelnen Stellen das Wasser nur noch 1.5 Meter unter der Bodenoberfläche stand.[1]) Freilich konnte die bedeutende Erhebung der unterirdischen Wasserschicht theilweise auf die Wirkung von neuerrichteten Schleusen in der Seine und auf die der Untersuchung voransgegangene Regenzeit zurückgeführt werden, aber eine wesentliche Betheiligung der Berieselung an dem erfolgten Steigen des Grundwassers liess sich doch nicht ausschliessen. Da nun diese allgemeine Erhebung des Grundwasserniveaus, abgesehen davon, dass sie die Dicke der filtrirenden Bodenschicht auf dem Rieselfelde selbst wesentlich reducirte, vielfache und bedenkliche Uebelstände für das benachbarte Dorf Gennevilliers im Gefolge hatte (Ueberschwemmung der Keller, Verunreinigung der Brunnen), welche lebhafte Proteste von Seite der Bevölkerung gegen die Rieselfelder hervorriefen und die Stadt Paris in zahlreiche Processe verwickelten[2]), so musste nachträglich eine künstliche Drainirung der Rieselfläche vorgenommen werden. — Auf dem Berliner Rieselfelde von Osdorf, wo anfangs das Wasser ausschliesslich durch natürliche Drainage ablief, war man ebenfalls genöthigt, wenigstens stellenweise eine künstliche Drainage einzurichten, weil sich der Stand des Grundwassers seit dem Betriebe des Rieselfeldes um 1.5—2 Meter erhöht hatte und einzelne tiefliegende Stellen allzu nass wurden, so dass Gemüse und Gras ersoffen. Man ist übrigens in Berlin der Ansicht, es sei zweckmässiger, die Erfahrung über die Nothwendigkeit der Drainage entscheiden zu lassen, als dieselbe durch zahlreiche kostspielige Bohrungen vorher feststellen zu wollen.[3]) — Auch auf den Danziger Rieselfeldern hat sich das Grundwasser in Folge der Berieselung um 1.3 Meter gehoben; doch ist vor der Hand, der günstigen und ausnahmsweisen Localverhältnisse halber, von einer künstlichen Drainage abgesehen worden. Ueberhaupt scheint das Steigen des Grundwasserniveaus auf Rieselfeldern eine allgemein auftretende, gesetzmässige Erscheinung zu sein, die vom sanitären Gesichtspunkte aus wohl zu beachten ist.

Von grosser Wichtigkeit, nicht nur in technischer, sondern auch in sanitärer Hinsicht, ist die Frage, ob eine Berieselung auch

1) Schloesing, Assainissement de la Seine. Rapport etc. — Annales d'hyg. publ. t. 47. S. 193 u. flgde.

2) Abgesehen von den officiellen Berichten der zur Untersuchung der gegen das Rieselfeld in Gennevilliers erhobenen Klagen, haben die letzteren zum Erscheinen einer ziemlich ausgedehnten Literatur Veranlassung gegeben. Siehe z. B. Eaux d'égout de Paris. Travaux du Comité de défense contre les projets ... d'irrigation de la foret de Saint-Germain-en Laye. 1880. Ferner: Épuration et utilisation des eaux d'égout de la ville de Paris (Publications de la société française d'hygiène) 1880; sodann mehrere Aufsätze in den Annales d'hyg. publ.

3) Münchener Berichte. Beil. VII z. III. Ber. S. 49.

im Winter möglich sei und wie man, wenn dies nicht der Fall ist, mit dem Sielwasser zu dieser Jahreszeit zu verfahren habe. Für nördlich gelegene Länder geben die in England gemachten Beobachtungen keine Anhaltspunkte zur Beurtheilung dieser Frage, da der Frost in England zu gering und zu wenig andauernd ist, um ernstliche Schwierigkeiten zu bieten, um so mehr, da die Temperatur des Kanalwassers, nach den Angaben Latham's, nie unter 5° C. sinkt.

Die von der gemischten Deputation in Berlin in dem strengen Winter von 1870/71 angestellten Berieselungsversuche[1]) bewiesen allerdings, dass die Berieselung auch bei starkem Frost fortgesetzt werden kann, und dass die Flüssigkeit von einem sandigen Boden auch grösstentheils aufgenommen wird, aber der Einfluss dieser Berieselung auf die Pflanzen erwies sich als ein ungünstiger: namentlich erfroren alle diejenigen Pflanzen, welche einer intermittirenden Berieselung ausgesetzt worden waren, während andererseits da, wo sich frühzeitig eine Eisdecke gebildet hatte und das Wasser sich unter dieser Kruste fortbewegte, die Vegetation zum Theil erhalten blieb. Doch auch an den besterhaltenen Stellen fanden sich streifen- und nesterweise die Pflanzen völlig abgestorben.[2]) An die Bewässerung von Grasflächen und bepflanztem Ackerland ist also während des Winters nicht zu denken; brachliegendes Ackerland kann dagegen auch zu Frostzeiten und unter einer Eisdecke reichlich und ohne Schaden bewässert werden, wobei sich das Sielwasser durch Klärung und Versickerung reinigt (Gennevilliers). In Berlin wird gegenwärtig die Berieselung nur von Mai bis October ausgeübt, während der übrigen Zeit dagegen sistirt.[3]) Zur Unterbringung der Spüljauche vom October bis April und Mai sind auf dem Rieselfelde bei Osdorf grosse Staubassins angelegt, die zusammen eine Flächenausdehnung von 62 Hektaren besitzen.[4])

Es sind dies nicht Vertiefungen des Terrains, durch Ausgraben hergestellt, sondern einfache Sandflächen, die von Dämmen aus aufgeworfener Erde und Sand umschlossen sind. Die Spüljauche wird vor der Einstauung nicht entschlammt und gelangt intermittirend, in unregelmässigen Intervallen, in die einzelnen Bassins, wo der flüssige Theil in den Boden versinkt, während der Schlamm als mehr oder weniger hohe Schicht auf dem Boden der Bassins zurückbleibt; im Frühjahr werden die Staubassins bepflanzt. Wie sehr der Berliner Sandboden befähigt ist, Sielwasser ver-

1) Reinigung und Entwässerung Berlins. VII.
2) Virchow, Generalbericht. S. 114 u. flgde.
3) Münchener Berichte. Beil. VII z. III. Ber. S. 49.
4) Ranke, Zur Münchener Kanalisationsfrage. S. 28. 1879.

sickern zu lassen, hatten schon die von Ende 1871 bis März 1872 angestellten Vorversuche gezeigt, während welcher in den sog. „Flachbassins“ (0.3 Meter tief, durch Aufwerfen von Dämmen gebildet) pro Quadratmeter und Tag 0.14—0.93 Cbm. Jauche versunken waren.

Es muss also zugegeben werden, dass in der Einstauung für die Winterperiode eine brauchbare Methode für die Unterbringung des Schmutzwassers gefunden ist, aber es entsteht doch im Hinblick auf die grossen Mengen von Spüljauche, welche hierbei dem Boden übergeben werden, die Frage, ob nicht hierdurch das Grundwasser in bedenklicher Weise verunreinigt werden könne und ob nicht der Boden selbst schliesslich mit zersetzungsfähigen organischen Substanzen übersättigt würde. Die schon oben erwähnten Resultate der Grundwasseranalysen des Berliner Versuchsfeldes mahnen jedenfalls in dieser Beziehung zur Vorsicht, und der für die Filtration des Sielwassers durch den Boden und für die Berieselung geltende Grundsatz, dass dem Erdreich nicht mehr Spüljauche zugeführt werden solle, als es verarbeiten könne, muss vom sanitären Standpunkte aus auch für die Einstauung aufrecht erhalten werden. Da ausserdem die Staubassins auch durch üblen Geruch lästig werden können, so ist darauf zu dringen, dass dieselben in möglichste Entfernung von menschlichen Wohnungen verlegt werden.

Abgesehen von der möglichen Verunreinigung des Grundwassers, hat man gegen die Rieselfelder auch die Befürchtung eines ungünstigen Einflusses ihrer Ausdünstungen erhoben und die letzteren sogar mit der Verbreitung von Infectionskrankheiten in Verbindung gebracht. Was zunächst die Beleidigung des Geruchsinnes durch die Rieselfelder betrifft, so muss zugegeben werden, dass auf schlecht gepflegten Rieselfeldern, namentlich im Sommer, ein übler Geruch vorkommen kann; bei richtigem Betriebe dagegen wird allgemein die Geruchlosigkeit der Rieselfelder betont; der so charakteristische Geruch der Fäcalien ist höchstens am Ausfluss des Zuleitungsrohres in geringem Grade bemerkbar.

So selten kommen unangenehme Ausdünstungen der Rieselfelder vor, dass z. B. in Norwood, wo die Farm unmittelbar neben bewohnten Quartieren liegt, ein Haus auf 200—250 Meter Distanz von denselben denselben Werth haben soll, wie ein solches in 700 Meter Abstand.[1] Bürkli spricht seine Ueberraschung über die Geruchlosigkeit des Rieselfeldes von Gennevilliers aus; in Aldershot constatirte er auch bei sehr heisser Witterung die Abwesenheit jedes merkbaren Geruchs.[2] Nach den Aussagen der Nachbarn der Berliner Rieselfelder sei ein unbedeutender Geruch nur

1) First Report of the Commissioners etc.

2) Bürkli, Bericht u. s. w. S. 109.

dann wahrnehmbar, wenn der Wind direct von den Rieselfeldern käme; auf den letzteren selbst notirte die Münchener Commission zeitweise einen schwachen Schlammgeruch; auch auf den Rieselfeldern von Danzig fand dieselbe Commission nur hier und da einen schwachen Geruch.[1]) Die Luft auf den Rieselfeldern von Croydon soll gewöhnlich so gut und rein sein, dass die Einwohner der Stadt ihre Spazierfahrten durch die Farm machen; unmittelbar an die letztere angrenzend sind Villen gebaut; auch liegt neben derselben ein Waisenhaus, in welchem im Laufe von 3 Jahren kein Kind gestorben ist.[2])

Ein Einfluss der Rieselfelder auf die Verbreitung von Cholera, Typhus, Dysenterie u. dgl. wurde noch nirgends beobachtet, obgleich man gerade in England, der Heimat der Rieselfarmen, sehr geneigt ist eine Möglichkeit der directen Infection mit dem in den Excrementen vermutheten Cholera- und Typhusgift anzunehmen. Wie die Frage der Typhus- und Choleraätiologie gegenwärtig steht, ist auch theoretisch ein Einfluss der Rieselfelder auf die Verbreitung dieser Krankheiten nicht zu erwarten. Höchstens könnte man sich denken, dass unter gewissen Verhältnissen, bei mangelhaftem Betrieb, der Boden auf den Rieselfeldern selbst Eigenschaften annehmen könnte, welche ihn zur Reproduction ektogener Krankheitsgifte geeignet machen, wobei dann die Arbeiter auf Rieselfarmen der Erkrankung ausgesetzt wären; dass sich aber diese Bodenbeschaffenheit auch den benachbarten Ortschaften mittheilen könnte, ist bei zweckmässiger Einrichtung der Rieselfelder undenkbar.

Wenn im Jahre 1873 die Bewohner von Weichselmünde behaupteten, dass sie die Cholera durch das Abflusswasser der Rieselfelder bekommen hätten, so ist das Irrige dieser Ansicht von Hirsch in seinem officiellen Bericht über diesen Fall hinreichend widerlegt worden.[3]) — Dr. Littlejohn sagt in dem Berichte der örtlichen Gesundheitsbehörde von Edinburg, er habe erwartet, dass derjenige Theil der Stadt, welcher dem über die primitiv betriebenen Rieselwiesen her gewehten Winde ausgesetzt ist, von Infectionskrankheiten, in Form von Cholera oder Typhus, stärker heimgesucht werde als die übrigen Stadttheile, aber seine Erwartungen hätten sich in keiner Weise bestätigt; in einer gerade im Mittelpunkt der Wiesen befindlichen Anstalt für Kinder der ärmsten Klasse sei der Gesundheitszustand dieser sehr jungen und schwächlichen Wesen ein guter; dasselbe gelte von den Soldaten in den sehr nahe gelegenen Kasernen.[4])

Eine gewisse Bedeutung hat der berühmt gewordene Fall von Gennevilliers bei Paris, wo ein ursächlicher Zusammenhang zwischen Wechsel-

---

1) Münchener Berichte. Beil. VII z. III. Ber. S. 41 u. 58.

2) Mitgau, a. a. O. S. 35.

3) Deutsch. Vierteljahrsschr. f. öffentl. Gesundheitspfl. VII. S. 737.

4) Mitgau, a. a. O. S. 36.

fiebererkrankungen und den durch die Berieselung der Halbinsel geschaffenen Bodenverhältnissen von vielen Seiten als unzweifelhaft angenommen wurde. Leider sind die hierüber vorhandenen Berichte einander sehr widersprechend, so dass es schwierig ist, objective Klarheit darüber zu gewinnen, ob und inwieweit die gegen die Rieselfelder erhobene Anschuldigung hier eine gerechtfertigte ist. So z. B. zählt der Bericht der Doctoren Danet, Bastin und Garrigac-Dessereuf für die Jahre 1873—1875 im Dorfe Gennevilliers 69 Malariaerkrankungen [1]), während der von der Stadt mit der Untersuchung des Falles beauftragte Dr. Bergeron [2]) für dieselbe Zeit nur 35 Erkrankungen annimmt. Ausserdem leitet Bergeron die Malaria in Gennevilliers von einigen Sümpfen auf der Halbinsel ab, deren Existenz, nach seiner Ansicht, von den Rieselfeldern unabhängig ist, während von anderer Seite auf den directen Zusammenhang dieser sumpfigen Stellen mit den Rieselfeldern hingewiesen wird, da ihre Wasseroberfläche mit der Intensität der Berieselung steige und falle. Thatsächlich geht aus den Berichten hervor, dass vor dem Jahre 1873 Wechselfiebererkrankungen im Dorfe Gennevilliers äusserst selten waren, dass sie mit dem Jahre 1873 in zunehmender Intensität auftraten, dass das Grundwasser der Halbinsel seit Beginn der Berieselung eine wesentliche und constante Steigung erfuhr, und dass mehrere Stellen des Terrains in Folge der excessiven Berieselung versumpft waren, so dass die Ingenieure der Stadt sich genöthigt sahen, zu künstlicher Drainirung des Rieselfeldes zu schreiten. Die Möglichkeit eines Causal-Zusammenhanges dieser Erscheinungen ist also nicht unbedingt von der Hand zu weisen und haben Berieselungstechnik sowohl als öffentliche Gesundheitspflege sich aus diesem Falle die Lehre zu ziehen, dass unter allen Umständen für gehörigen Abfluss des Drainwassers der Rieselfelder zu sorgen sei.[3])

Die auf den Rieselfeldern beschäftigten Personen scheinen Erkrankungen, welche mit ihrem Aufenthaltsorte in Zusammenhang gebracht werden könnten, nicht ausgesetzt zu sein. Die Massenerkrankungen der Schnittermädchen auf dem Rieselfelde in Osdorf bei Berlin, im Sommer 1878, hatten nach dem Zeugniss des behandelnden Arztes einen „gastrisch-intermittirenden“ Charakter und werden dem durch häufige Regengüsse bedingten Arbeiten in feuchter Kleidung zugeschrieben.[4])

---

1) Assainissement de la Seine. Ber. v. Schloesing, Annales d'hyg. publ. t. 47. p. 255.

2) Ann. d'hyg. publ. t. 49. p. 474.

3) Ausser den schon genannten Schriftstücken siehe hierüber: Préfecture de la Seine. Assainissement de la Seine etc. Paris 1876. — Travaux du Comité de défense etc. — Épuration et utilisation des eaux d'égout de la ville de Paris (publ. de la soc. franc. d'hyg.). — Finkelnburg, Die Entpestung der Seine durch die Berieselungsanlagen zu Gennevilliers bei Paris. Deutsch. Vierteljahrsschr. f. öff. Gesundheitspfl. IX. S. 434.

4) Münchener Berichte. Beil. VII z. III. Ber. S. 42.

Die Begünstigung der Verbreitung entozoischer Parasiten durch die Rieselfelder ist bis jetzt durch keinerlei Thatsachen bewiesen; doch kann man nicht leugnen, dass die Möglichkeit einer Verbreitung der Bandwürmer hierdurch gegeben ist. Letzteres ist aber überall der Fall, wo menschliche Excremente zum Düngen von Futterkräutern benutzt werden.

Wir schliessen das Kapitel über Berieselung mit den Worten des von Schloesing verfassten Berichtes der vom Seinepräfecten ernannten Commission, welche die Aufgabe hatte, die Frage der Assainirung der Seine zu studiren[1]):

„Die Reinigung durch Oxydation der organischen Substanzen im Boden ist das einzige bekannte Verfahren, welches zufriedenstellende Resultate gibt. Jene Resultate können vollständig sein, wenn das Verfahren gut geleitet wird.

„Die Reinigung durch den Boden ist von folgenden Bedingungen abhängig:

a. Eine angemessene Porosität des Bodens, damit das Wasser in seinem Niedersinken nicht aufgehalten werde, und damit die Luft in der für die Oxydation erforderlichen Menge eindringen könne.

b. Eine Regelmässigkeit in der Aufeinanderfolge der Berieselungen und in der für jede derselben benutzten Wassermenge, welche darauf berechnet sein muss, dass das Wasser Zeit genug habe den Boden in der für die Reinigung nöthigen Weise zu durchdringen.

c. Eine Drainage, welche zur Entfernung des gesammten gereinigten Abflusswassers genüge.“

Die Erfüllung dieser Bedingungen wird alle Uebelstände beseitigen, welche im Gefolge einer unrichtig angelegten und betriebenen Rieselanlage auftreten können.

VII.

Schlussbetrachtungen.

Bei vorurtheilsfreier Betrachtung der in diesem Abschnitt enthaltenen Schilderungen und Thatsachen müssen sich von selbst diejenigen Gesichtspunkte ergeben, unter denen wir die bis jetzt zur Anwendung gekommenen Methoden der Entfernung der Unrathstoffe aus bewohnten Orten zu betrachten haben. Wir sehen, dass es

1) Annales d'hyg. publ. t. 47. p. 207.

eigentlich nur ein einheitliches System der Städtereinigung gibt, welches alle festen und flüssigen Abgänge berücksichtigt und zugleich auch der sanitären Forderung der Drainage des Untergrundes der Ortschaften Rechnung trägt, — das System der Schwemmkanalisation. Wir verfügen allerdings über zahlreiche Methoden, welche den Zweck haben, die menschlichen Excremente in unschädlicher Weise aus der Höhe der Wohnungen abzuführen. Einige dieser Methoden (Tonnensystem, pneumatisches System Liernur's) erreichen den genannten Zweck mehr oder weniger vollkommen, besitzen unstreitig den Abtrittgruben gegenüber grosse Vorzüge und können vom sanitären Standpunkt aus unter gewissen Verhältnissen ohne Bedenken empfohlen werden, so z. B. für einzelstehende Privatgebäude und öffentliche Anstalten, für kleinere Ortschaften, auch für grössere Städte als Palliativum und Interimsmethoden. Allein diese Verfahren beschäftigen sich factisch nur mit der Entfernung der menschlichen Excremente, während sie alle Schmutzwässer aus Haus, Hof, Strasse und gewerblichen Anlagen unberücksichtigt lassen und auch die Drainage des Baugrundes nicht involviren. Da nun aber die Gesundheitslehre im Interesse der Reinhaltung der Luft und des Bodens verlangen muss, dass eine alle Schmutzwässer umfassende Entwässerung der Städte durchgeführt werde, so ist klar, dass kein Verfahren, welches nur auf Beseitigung der menschlichen Excremente abzielt, als wirkliches System der Städtereinigung betrachtet werden kann. Um solchen Verfahren den Charakter eines vollständigen Städtereinigungssystems zu geben, müssten, ausser den Vorrichtungen zur Entfernung der Fäcalien, noch Kanäle hergestellt werden, welche die Entwässerung der Stadt besorgen. Da nun aber, mit Rücksicht auf die weiter oben angedeuteten quantitativen Verhältnisse der Fäcalien, der Schmutzwässer und des Strassenwassers, diese Kanäle in Grösse und Bauart sich von den Sielen des Schwemmkanalisationssystems nicht unterscheiden könnten, so hätte es, nach Herstellung derselben, keinen Sinn mehr die Excremente von ihnen fern zu halten, so dass die Abfuhr der letzteren von selbst wegfallen würde.

Das Schwemmkanalisationssystem vermeidet die Einseitigkeit der Abfuhrverfahren. In Verbindung mit der Verwendung der Schmutzwässer zur Berieselung muss es bei guter Ausführung und regelmässigem Betrieb als das Ideal eines Städtereinigungssystems betrachtet werden, so weit man eben nach dem gegenwärtigen Zustande der hygienischen Wissenschaft und der Technik urtheilen kann. Aus den bei Schilderung der Schwemmkanalisation angeführten Thatsachen geht hervor, dass dieses System den im Eingange aufgestell-

ten Forderungen vollkommen gerecht werden kann, und dass die gegen dasselbe erhobenen sanitären und technischen Einwände entweder absolut grundlos sind, oder sich nur auf unschwer zu beseitigende Unvollkommenheiten in der Ausführung des Systems beziehen. Diese Einwände betreffen im Allgemeinen: die Verunreinigung der Luft in Haus und Strasse durch Sielgase, — die Imprägnation des Städtegrundes durch den Inhalt der Siele in Folge von Undichtigkeiten der Kanäle, — die Verbreitung specifischer Krankheitskeime durch das Sielnetz, — die Verunreinigung der offenen Wasserläufe durch den Sielinhalt, — und die Beeinträchtigung der Landwirthschaft durch Fortschwemmen der düngenden Bestandtheile der städtischen Unrathstoffe.[1]) Wir haben aber gesehen, dass die Befürchtungen in Beziehung auf Verunreinigung der Luft und des Bodens durch die Gase und den flüssigen Inhalt der Schwemmkanäle theilweise, insofern sie eine Berechtigung haben, leicht durch technische Vervollkommnung des Systems beseitigt werden können. Wir haben ferner constatirt, dass die Befürchtung einer Verschleppung specifischer Krankheitsgifte durch das Sielnetz jeder wissenschaftlichen Grundlage entbehrt und von Seite der medicinischen Gegner des Schwemmkanalisationssystems mit gutem Gewissen nicht aufrecht erhalten werden kann. Wir haben schliesslich bewiesen, dass das für gewisse Fälle vollkommen gerechtfertigte Bedenken der Flussverunreinigung durch das Sielwasser auf zweckmässige Weise mittelst Verwendung des letzteren zur Berieselung von Culturboden beseitigt werden kann, wodurch denn auch der Vorwurf einer Vergeudung der werthvollen Dungstoffe hinfällt. In Beziehung auf diesen letzten Punkt soll übrigens daran erinnert werden, dass es bis jetzt noch nirgends gelungen ist mit Hilfe der Abfuhrverfahren eine landwirthschaftliche Verwerthung der städtischen Abfallstoffe in grösserem Maassstabe zu garantiren. — Auf die Betrachtung des sechsten Einwurfs, welcher oft der Schwemmkanalisation gemacht wird, desjenigen der Kostspieligkeit, haben wir uns nicht eingelassen, weil dieser Gegenstand ausserhalb des Bereiches unserer gegenwärtigen Aufgabe liegt; ausserdem halten wir einen unmittelbaren Vergleich der Kosten, welche die bestehenden Abfuhrmethoden der Stadtbevölkerung auferlegen, mit der Belastung der städtischen und Privatfinanzen durch die Schwemmkanalisation, im Hinblick auf die verschiedene Bedeutung und Tragweite dieser beiden Verfahren, für total unstatthaft. Er wäre nur dann

---

1) Pettenkofer in der Ztschr. f. Biol. VI. S. 545. Auch: Deutsch. Vierteljahrsschr. f. öffentl. Gesundheitspfl. II. S. 519.

zulässig, wenn man dem Schwemmsystem ein vollständig durchgeführtes Abfuhrsystem (sit venia verbo) mit Entfernung aller Schmutzwässer und Drainage des Baugrundes gegenüberstellen könnte. Für einen solchen Vergleich fehlen aber alle thatsächlichen Unterlagen. Die in England gemachten Erfahrungen scheinen übrigens zu beweisen, dass nicht nur volkreiche Industriestädte, sondern auch kleinere Orte wohl im Stande sind die finanziellen Lasten zu tragen, welche ihnen durch Herstellung eines einheitlichen Schwemmkanalisationssystems auferlegt werden.

Wir kommen also zu dem Schlusse, dass unter Berücksichtigung localer Verhältnisse man zuweilen vorübergehend, zuweilen definitiv sich für Anwendung eines Abfuhrverfahrens entscheiden wird, dass aber nur die Schwemmkanalisation, in Verbindung mit Berieselung, allen Forderungen entspricht, welche gegenwärtig Gesundheitslehre und öffentliche Gesundheitspflege an die Städtereinigung stellen müssen.

BEERDIGUNGSWESEN

VON

Dr. ADOLF SCHUSTER IN MÜNCHEN.

I.

Allgemeines über Fäulniss und Verwesung.

Wenn ein Organismus stirbt, so beginnen Stoffumwandlungen und Zersetzungen, welche man mit den Namen Fäulniss, Gährung, Verwesung und Vermoderung bezeichnet, und welche erst dann zum vollständigen Abschluss gelangen, wenn die organische Substanz gänzlich in Wasser, Kohlensäure, Ammoniak und die Aschebestandtheile (die mineralischen Salze) sich aufgelöst hat. Die organischen Stoffe kehren auf diesem Wege zur anorganischen Welt zurück, aus welcher sie aufgebaut wurden. Bei diesem Uebergang verwandeln sich die complicirt zusammengesetzten Stoffe nach und nach in immer einfachere Verbindungen, bis sie endlich in die einfachsten anorganischen zerfallen. Die Art und Weise, wie dies geschieht, die Zwischenprodukte, die hierbei gebildet werden und die Schnelligkeit, mit welcher der ganze Vorgang verläuft, hängen einestheils von der Zusammensetzung des sich zersetzenden Körpers ab, andrerseits von den äusseren Bedingungen, welche den Zerfall begleiten, besonders, von dem quantitativen Verhältniss des Vorhandenseins von Wasser und Luft und von der Temperatur.

Die complicirten chemischen Vorgänge, welche bei diesen Zersetzungsprocessen vor sich gehen, der chemische Modus, wie die einfacheren Verbindungen aus den höher zusammengesetzten entstehen, sind zwar von jeher Gegenstand des Studiums seitens der Chemiker gewesen, allein trotzdem sind unsere Kenntnisse darüber noch sehr lückenhaft. Es lässt sich jetzt im Grossen und Ganzen sagen, dass bei der Fäulniss organischer Substanzen sich drei Kategorieen chemischer Metamorphosen unterscheiden lassen, welche neben und nach einander, aber fast stets gleichzeitig in faulenden Stoffen auftreten, nämlich Hydratation, Reduction und Oxydation. Von diesen drei Kategorieen ist weder die eine noch die andere für die thierische Fäulniss oder die Vermoderung oder die Gährungen charakteristisch, sondern sie werden alle drei, sowohl bei der Fäulniss, als bei den Gährungen und der Vermoderung oder

Verwesung beobachtet. Es ergibt sich hieraus, dass man von diesem Gesichtspunkt aus die genannten Vorgänge nicht zu unterscheiden vermag. Was nun die Vorgänge der Hydratation, Reduction und Oxydation anlangt, so lässt sich im Allgemeinen kurz Folgendes darüber sagen[1]):

Unter Hydratation versteht man diejenige Art der Umwandlung, bei welcher die Zerlegung der organischen Substanzen erfolgt unter der Mitwirkung oder Aufnahme eines resp. mehrerer Moleküle Wasser. Der Vorgang der Hydratation ist bei der Fäulniss organischer Stoffe durchaus nicht selten. Als Hydratationsprocesse sind besonders gewisse Spaltungsvorgänge aufzufassen, welche bei der Fäulniss des Thierkörpers eine Rolle spielen, nämlich die Spaltung der Fette in Fettsäuren und Glycerin und wahrscheinlich auch die primären Umsetzungen, welche die Eiweisskörper, Leimstoffe, Chondrin und andere leimbildende Körper bei der Fäulniss erfahren. Eigenthümlich ist den Hydratationen, dass sie auch künstlich, ohne die Mitwirkung der Fermente, in der Siedehitze durch die Wirkung, entweder von Mineralsäuren oder von Alkalien bewirkt werden können.

Die Reductionen treten mit besonderer Vorliebe auf bei der Fäulniss der thierischen Körper. Sie können auch künstlich durch den Wasserstoff in statu nascendi erzeugt werden. Hoppe-Seyler, der sich eingehend mit dem Studium des chemischen Modus der Gährungen und der Fäulniss befasst hat[2]) charakterisirt die zusammengesetzten Reductionen, welche bei diesen Processen vor sich gehen als: „Fermentative Umwandlungen durch Wanderung von Sauerstoffatomen nach dem einen Ende des Moleküls (Carboxylbildung), bei gleichzeitiger Reduction der anderen Seite.“ Er schliesst aus seinen Versuchen ferner, „dass alle Reductionen, die in faulenden Flüssigkeiten geschehen, secundäre Processe sind, hervorgerufen durch den Wasserstoff im Entstehungszustand.“ Die Reductionsprocesse können nur dann statt haben, wenn der Zutritt von atmosphärischem Sauerstoff aufgehoben ist.

Hat dagegen der Sauerstoff ungehinderten Zutritt, so erscheint, wie Hoppe-Seyler angibt, statt der Reduction als Folge der Fäulniss Oxydation, die wohl in nichts Anderem ihre Ursache haben kann, als in der Zerreissung der Sauerstoffmoleküle durch Wasser-

1) Weitere Ausführungen s. Hiller, Die Lehre von der Fäulniss. Berlin 1879. S. 34 u. ff.

2) Hoppe-Seyler, Ueber den Process der Gährungen etc. Archiv f. d. ges. Physiologie v. Pflüger. Bd. 12. S. 1—17 u. Zeitschr. f. physiol. Chemie v. Hoppe-Seyler. Bd. 2. S. 1—28.

stoff im Atomzustand, d. h. im Entstehungsmoment, durch welchen nun wieder Sauerstoff in den Entstehungszustand übergeführt wird und dann kräftig oxydirend auftritt.

Unter den Verhältnissen, wie sie sich im Allgemeinen in der Natur finden, können bei der Fäulniss thierischer Körper sowohl Hydratations- als Reductions- und Oxydationsprocesse zu gleicher Zeit vor sich gehen, je nachdem in den verschiedenen Theilen derselben die Bedingungen für einen oder den anderen derselben günstiger sind. Dadurch erklärt es sich auch, dass bei der Fäulniss nie die ganze Masse des fäulnissfähigen Körpers auf einmal zersetzt wird, sondern dass viel davon noch wenig verändert sein kann, wenn andere Theile schon in die einfachsten Verbindungen umgesetzt sind.

Hinsichtlich der Ursachen der Zersetzungen organischer Körper unterliegt es jetzt wohl keinem Zweifel mehr, dass ein grosser Theil dieser Zersetzungen, namentlich diejenigen, welche man als Fäulniss, Gährung und Verwesung bezeichnet, durch Mikroorganismen, welche in die Klasse der niederen Pilze gehören, bewirkt wird. Es sind hauptsächlich zwei Thatsachen, welche für diese Ansicht beweisend sind: 1. dass diese kleinsten Organismen bei den betreffenden Vorgängen immer gefunden werden und 2. dass die Zersetzungen in dem Augenblick aufhören, in welchem man die Organismen auf irgend eine Weise tödtet, oder überhaupt nicht eintreten, wenn man von vorneherein den Zutritt dieser organischen Keime zu dem fäulnissfähigen Körper hindert. Eine andere Frage ist es, ob die Zersetzungen direct durch die Lebensvorgänge dieser Pilze bewirkt werden, oder ob dieselben nur ein Ferment ausscheiden, welches seinerseits erst den Anstoss zur Zersetzung der organischen Verbindungen gibt. Diese Frage ist in den letzten Decennien vielfach Gegenstand der Untersuchungen und der Controverse gewesen, ohne dass es bis jetzt gelungen wäre dieselbe endgültig zu entscheiden. Soviel ist indess sicher, dass man den grössten Theil der Vorgänge bei der Zersetzung organischer Körper, nicht, wie man früher glaubte, als rein chemische Processe auffassen darf, sondern dass dieselben grösstentheils biologischer Natur sind, wenn sich auch nicht läugnen lässt, dass es Zersetzungen organischer Stoffe gibt, welche auf rein chemischem Wege, ohne die Einwirkung von Organismen erfolgen. Man darf indess nicht so weit gehen und die Verwesung nur als eine reine Oxydation, als eine langsame Verbrennung auffassen, wie Liebig einst gethan hat, und so eine scharfe chemische Unterscheidung zwischen Fäulniss und Verwesung statuiren. Auch

bei der Verwesung sind Fermente das ursächliche Moment und es gehen gewiss auch andere chemische Vorgänge dabei vor sich, wenn auch die Oxydation überwiegt. Hoppe-Seyler drückt sich in diesem Sinne aus, indem er sagt[1]: „Die Unterscheidung von Fäulniss und Verwesung kann festgehalten werden, wenn man dabei nicht aus dem Auge verliert, dass die Verwesung die vereinte Thätigkeit des Fäulnissferments und des durch die Fäulniss activ gewordenen Sauerstoffs ist."

Man hat sich schon immer bemüht ein Princip zu finden, auf welches sich eine Eintheilung der in Rede stehenden Zersetzungsvorgänge in organischen Körpern gründen lässt, wodurch dann eine genaue Unterscheidung gegeben wäre, welche Processe der Fäulniss, welche der Gährung oder der Verwesung oder der Vermoderung angehören. Eine Eintheilung nach chemischen Gesichtspunkten ist indess bis jetzt nicht gelungen.[2] Man thut daher wohl am besten, wenn man Nägeli folgt, der als Eintheilungsprincip die Ursachen der betreffenden Zersetzungen wählt, ohne jedoch damit die Begriffe von Fäulniss etc. bestimmen zu wollen. Nägeli unterscheidet[3]:

1. Die Zersetzung durch Sprosspilze (Wein- und Bierhefe), welcher vorzugsweise die Gährung entspricht.
2. Die Zersetzung durch Spaltpilze oder Fäulnisshefe, wohin namentlich die Fäulniss gehört.
3. Die Zersetzung durch Schimmel, welcher im Allgemeinen die Verwesung entspricht.
4. Die rein chemische, ohne Einwirkung von Organismen erfolgende Zersetzung, welcher einige Vermoderungsprocesse entsprechen.

Die Produkte, welche bei den Zersetzungen organischer Stoffe entstehen, sind, wie sich bei der sehr complicirten Zusammensetzung vieler dieser Körper von selbst ergibt, äusserst mannigfaltig und selbstverständlich von dieser Zusammensetzung abhängig. Am mannigfaltigsten sind sie natürlich bei der Fäulniss der Eiweisskörper, welche ja auch am complexesten zusammengesetzt sind. Es entstehen hierbei: Peptone, Amidosäuren (Glycin, Butalamin, Leucin, Tyrosin), Phenol, Scatol, Indol, flüchtige Fettsäuren (Ameisensäure, Essigsäure, normale und Isobuttersäure, Valeriansäure, Capronsäure), flüchtige organische Basen (Aetylamin, Trimethylamin, Amylamin), sodann

1) Zeitschr. f. physiol. Chemie v. Hoppe-Seyler, Bd. 2. S. 26.
2) Vergl. Hiller, Die Lehre v. d. Fäulniss. Berlin 1879. S. 10—32.
3) Nägeli, Die niederen Pilze. München 1877. S. 7.

Kohlensäure, Ammoniak, Wasserstoffgas, Schwefelwasserstoffgas und Grubengas. Sehr bemerkenswerth ist es, dass die Produkte, die durch Fäulniss bei Luftabschluss gebildet werden, sich nicht von jenen unterscheiden, welche bei Luftzutritt entstehen, wie denn überhaupt die Fäulnissvorgänge bei Luftzutritt und bei Luftabschluss in gleicher Weise vor sich gehen, nur bei Luftabschluss etwas träger.

II.

Ueber die Zersetzung der Leichen und die dabei in Betracht kommenden Verhältnisse.

Wie bei allen organischen Körpern, so sind auch bei den menschlichen und thierischen Leichen das Maass der Raschheit des Verlaufs, die Erscheinungen und die Form der Zersetzung von verschiedenen Factoren abhängig, von denen das quantitative Verhältniss der Gegenwart von Luft und Wasser und die Temperatur die wesentlichsten sind. Was die Form anlangt, so hat man sich daran gewöhnt, bei der Zersetzung der Leichen zu unterscheiden zwischen Fäulniss und Verwesung, wiewohl man für gewöhnlich den ganzen Vorgang unter der Bezeichnung Verwesung zusammenfasst. Das Unterscheidungsmoment war früher ein rein chemisches, da ja der ganze Process als ein einfach chemischer aufgefasst wurde. Nach Pettenkofer[1]) ist: „Fäulniss ein Zersetzungsprocess organischer Substanzen, wobei neben der faulenden Substanz nur die Elemente des Wassers an der Neubildung von Stoffen Antheil nehmen: der Fäulnissprocess kann deshalb bei Abschluss von Luft, bei blosser Gegenwart von Wasser vor sich gehen, während bei dem Verwesungsprocess die Luft und namentlich der Sauerstoff der Luft eine hervorragende Rolle spielt und einen mächtigen Antheil an der Bildung der Producte der Verwesung nimmt. Während die Fäulniss eine Entmischung bei Gegenwart von Wasser ist, erweist sich die Verwesung als ein Oxydationsprocess, als eine langsame Verbrennung in der Luft bei gewöhnlicher Temperatur und bei Gegenwart von Wasser. Was sich bei der Fäulniss, welche Liebig sehr richtig mit der trockenen Destillation in Parallele gestellt hat, als übelriechender Kohlenwasserstoff entbindet, erscheint bei der Verwesung, die mit der vollständigen Verbrennung vergleichbar ist, als Kohlensäure und Wasser. Die Fäulniss bringt somit Stoffe in die

1) Zeitschrift f. Biologie. Bd. 1. S. 46.

Atmosphäre und ins Wasser, welche diesen fremd bleiben sollen, während eine vollständige Verwesung Stoffe liefert, die ohnehin in jeder Atmosphäre und in jedem Wasser enthalten sind. Das Ideal unserer Todtenbestattung wäre, wenn die Fäulniss gänzlich unterdrückt werden könnte und nur Verwesung (Oxydation) stattfinden würde. Auf diese Weise würden wir die letzten Producte der Verbrennung erhalten und wir würden eine sich zersetzende Leiche ebensowenig in der Luft riechen als wie das Oel, welches wir in einer gut construirten Lampe bei hinreichendem Luftzuge verbrennen. Je mehr wir aber den Luftzug bei einer Lampe beschränken, umsoweniger wird die vollständige Verbrennung möglich sein, umsomehr Producte der trockenen Destillation werden auftreten, welche Luft und Wasser verunreinigen und selbst ungesund machen können."

Wir haben oben gesehen, dass man die Zersetzungsprocesse organischer Stoffe nur zum kleinsten Theile als chemische Vorgänge auffassen darf und dass der grösste Theil derselben biologischer Natur ist. Auch bei der Zersetzung der Leichen ist das letztere der Fall, man thut daher auch hier am besten, die Zersetzungen nach ihren Ursachen zu trennen in solche, welche durch Spaltpilze und in solche, welche durch Schimmelpilze bewirkt werden. Die ersteren entsprechen der Fäulniss, die letzteren der Verwesung.

Die Unterscheidung zwischen Fäulniss und Verwesung der Leichen hat nicht blos wissenschaftliches, sondern auch praktisches Interesse. Seitdem man sich eingehend mit dem Studium der Vorgänge, welche bei der Zersetzung der Leichen sich abspielen und von deren Beziehungen zur Gesundheit der Lebenden befasst hat, war man bestrebt, möglichst Bedingungen herzustellen, welche bewirken, dass die Fäulniss der Leichen hintangehalten, die Verwesung dagegen befördert wird. Auch jetzt noch müssen wir diesen Gesichtspunkt festhalten, denn soviel lässt sich im Allgemeinen sagen, dass wir von der Fäulniss eher nachtheilige Folgen für die Gesundheit zu fürchten haben als von der Verwesung. Die Gründe jedoch, welche für diese Anschauung bestimmend sind, sind heut zu Tage andere als in früherer Zeit.

Die bei der Fäulniss entstehenden Producte haben meist einen sehr intensiven hässlichen Geruch, während bei der Verwesung, wobei die Oxydationsprocesse überwiegen, rascher Verbindungen entstehen, welche weniger unangenehm oder gar nicht riechen. Die bei der Fäulniss gebildeten stinkenden Gase waren es nun vorzugsweise, welchen man früher einen schädlichen Einfluss auf die Gesundheit im Allgemeinen zuschrieb und die man geradezu als die Ursache

specifischer Krankheitsprocesse fürchtete. Es ist nun in der That richtig, dass eine grosse Reihe stinkender Gase wirklich schädliche Wirkungen auf den Organismus ausübt und insofern lässt sich, abgesehen von dem widerlichen Eindruck, welchen der Gestank an und für sich auf den Menschen macht, die allgemeine Scheu vor den Fäulnissgasen bis zu einem gewissen Grade rechtfertigen; allein die Fähigkeit dieser Gase, specifische Krankheitsprocesse hervorzurufen, muss nach dem jetzigen Stande unserer Kenntnisse entschieden in Abrede gestellt werden. Dagegen haben wir es bei der Fäulniss mit Mikroorganismen zu thun, den Spaltpilzen, welche gewiss krankmachende Wirkungen auszuüben vermögen, während die die Verwesung vermittelnden Schimmelpilze als relativ ungefährlich bezeichnet werden können.[1])

Ob sich die Zersetzung einer Leiche durch die Wirkung von Schimmel- oder Spaltpilzen vollzieht, hängt davon ab, welche von beiden günstigere Existenzbedingungen finden. Wie in der belebten Welt überall, so findet, wie Nägeli gezeigt hat, auch bei den niederen Pilzen eine Concurrenz, ein Kampf ums Dasein statt, dessen Ergebniss immer das ist, dass diejenige Pilzgattung, für deren Entwicklung und Fortpflanzung die Bedingungen günstiger sind, die anderen vollständig verdrängt und so lange das Feld behauptet, bis sich für sie selbst die Existenzbedingungen ungünstig gestalten, worauf dann eine andere Pilzform sich in dem betreffenden Medium entwickelt und die vorhergehende völlig verdrängt. Es handelt sich daher in unserem Falle um die Frage, welche Bedingungen für die Existenz der Schimmel- und welche für jene der Spaltpilze günstiger sind. Die Schimmelpilze vermögen ohne freien Sauerstoff nicht zu leben, die Spaltpilze dagegen können ohne denselben Gährwirkungen ausüben und bei guter Nahrung wachsen und sich vermehren. Sowohl die Schimmel- als die Spaltpilze bedürfen zum Leben einer gewissen Menge von Wasser, indess die Spaltpilze einer grösseren als die Schimmelpilze; diese letzteren können daher in einer concentrirteren Nährsubstanz leben als die Spaltpilze. Die Vegetation der Schimmelpilze gegenüber den Spaltpilzen wird begünstigt durch den Zutritt von Sauerstoff, durch höhere Concentration der Nährlösung (resp. Austrocknen), durch grössere Mengen von Säuren und Salzen.[2]) Was die Temperatur betrifft, so ist eine Wärme von 20—40° dem Leben sowohl der Spalt- als der Schimmelpilze am günstigsten.

Betrachtet man nach diesen Auseinandersetzungen die Verhält-

1) Nägeli, Die niederen Pilze. S. 38—40.
2) Ebenda. S. XV u. XVI.

nisse, unter welchen sich eine nach dem gewöhnlichen Modus begrabene Leiche befinden kann, so muss man gewiss zugeben, dass dieselben sehr verschiedenartig sein können. Es liegt daher auch sehr nahe anzunehmen, dass der Zersetzungsprocess, sowohl was die Form als die Dauer des Verlaufes betrifft, sich sehr verschieden gestaltet. Es fehlt indess, wenigstens rücksichtlich des ersteren Punktes, gänzlich an positiven Kenntnissen, in welchem Grad und in welcher Weise modificirend die verschiedenen Bedingungen auf den Verlauf oder die Form der Zersetzung einwirken, mit anderen Worten: welchen Einfluss sie auf die Zeitdauer und die Reihenfolge der einzelnen Erscheinungen und Vorgänge hierbei auszuüben vermögen. Auch die in der jüngsten Zeit durch Exhumationen angestellten Untersuchungen der amtlichen Aerzte in Sachsen[1]), welche hinsichtlich vieler das Beerdigungswesen betreffender Fragen volle Beachtung verdienen, geben in dieser Beziehung keine bestimmten Aufschlüsse, hauptsächlich aus dem Grund, weil die meisten Aufgrabungen erst zu einer Zeit gemacht worden sind, wo der Zersetzungsprocess der Weichtheile schon abgelaufen war. Es lässt sich jedoch im Allgemeinen daraus schliessen und wird auch durch die Ergebnisse der Exhumationen, welche Moser[2]) beobachtet hat, bestätigt, dass der Zersetzungsprocess in der Weise vor sich geht, dass er in jedem Falle durch stinkende Fäulniss eingeleitet wird; allmählich beginnt dann eine Vertrocknung der Leiche theils dadurch, dass Wasser verdunstet, theils indem die bei der Maceration der Weichtheile gebildete, aus dem Leichnam austretende Flüssigkeit vom Boden aufgesaugt wird; während dieser Zeit tritt sehr häufig Schimmelbildung auf, oder aber es erfolgt eine Modification des Fäulnissprocesses, wobei nur mehr wenig riechende, moderige Producte entstehen, bis endlich nur mehr humusartige Reste und die Knochen übrig sind.

Durch die Beobachtungen der sächsischen Bezirksärzte (a. a. O.) ist festgestellt, dass die Dauer der stinkenden Fäulniss und auch jene des ganzen Leichenzersetzungsprocesses niemals so lange andauert, als man es früher unter Umständen für möglich hielt. Bei älteren Autoren finden sich vielfach Angaben, dass zuweilen nach einer langen Reihe von Jahren die Weichtheile begrabener Leichen zum Theil noch nicht ganz zerstört oder sogar noch in stinkender

1) 11. Jahresbericht des Landes-Medicinal-Collegiums über das Medicinalwesen im Königreich Sachsen auf das Jahr 1879. Leipzig 1881. F. C. W. Vogel. S. 148—181. Beobachtungen über die Zersetzungsvorgänge in den Gräbern und Grüften der Friedhöfe, zusammengestellt von Dr. Reinhard.

2) Aerztliches Intelligenzblatt 1866. S. 50.

Fäulniss begriffen gefunden werden, und Rieke[1]), der eine Zusammenstellung solcher Angaben gemacht hat, führt Mittheilungen an, denen zu Folge an Leichen, die vor 25 und mehr Jahren begraben worden waren, sich derartige Erscheinungen gezeigt haben sollen, oder wo Friedhöfe, auf welchen seit 30 Jahren und länger nicht mehr beerdigt worden war, deutlich Verwesungsgeruch erkennen liessen. Die in den verschiedensten Gegenden Sachsens von den Bezirksärzten gemachten 150 Exhumationen dagegen führten zu folgenden Resultaten: Bei Exhumationen wird ein Leichengeruch in der Regel nur während der ersten Monate nach der Beerdigung wahrgenommen, aber auch nicht immer. Unter 9 Beobachtungen, welche Exhumationen betreffen von vor weniger als 1 Jahr Begrabenen wird nur 3 mal, und zwar in Fällen, wo die Leichen seit 3 Monaten und weniger begraben waren, das Vorhandensein der Fäulnissgerüche angegeben, 4 mal ausdrücklich das Fehlen derselben constatirt und 2 mal fehlen entsprechende Angaben. In allen übrigen Fällen, wo eine längere Zeit als ein Jahr seit der Beerdigung vergangen war, wird das Fehlen des Leichengeruches constatirt oder wird nichts darüber gesagt. Nur 2 Fälle bilden eine Ausnahme. Bei dem einen, der nach 2 Jahren 8 Monaten exhumirt wurde, fehlte jeder Geruch, erst als die in Adipocire verwandelten Bauchdecken eingestossen wurden, entströmte der Bauchhöhle ein intensiver Fäulnissgeruch. Der andere Fall betrifft eine in feinem Sand vor 1 Jahr und 5 Monaten begrabene Leiche eines Mannes, wobei die Zersetzung der Weichtheile noch ziemlich rückständig war und wo beim Oeffnen des Sarges sich starker Leichengeruch verbreitete. Auch Moser[2]), der auf einem Friedhof 45 Leichen exhumirte, welche zwischen 20 und 3 Jahren im Grabe gelegen waren, erwähnt ausdrücklich, dass die ganze Exhumirung keinen übeln Geruch verbreitete und nur einige Leichen von späteren Jahren bei näherer Inaugenscheinnahme einen schwachen Modergeruch von sich gaben. Ich glaube, man muss Reinhard ganz Recht geben, und es erklärt dies auch den Widerspruch zwischen den älteren und neueren Angaben, von denen die ersteren vielfach auf Aussagen der Todtengräber fussen, wenn Reinhard sagt[3]): „Es scheint übrigens als dürfe man sich in diesem Punkte auf die Aussagen der Todtengräber nicht zu sehr verlassen. Wenn, wie einige

1) Ueber den Einfluss der Verwesungsdünste etc. Stuttgart, Hofmann 1840. S. 107 u. ff.

2) Aerztliches Intelligenzblatt 1866. Nr. 4 u. 5.

3) 11. Jahresbericht des sächs. Landes-Medicinal-Collegiums auf das Jahr 1879. Leipzig 1881. F. C. W. Vogel. S. 170.

Bezirksärzte mittheilen, ihnen von Todtengräbern gesagt worden sei, dass bei Eröffnung von vor 11, 14 oder 16 Jahren belegten Gräbern ein unerträglicher Fäulnissgeruch ausströme, so ist das gänzlich unglaubwürdig (es wäre denn, dass dicht daneben oder nur durch eine dünne Erdschicht getrennt, sich ein vor Kurzem belegtes Grab befinde), wie es denn auch den von den Bezirksärzten gemachten eigenen Erfahrungen widerspricht. Es mag solchen Aussagen wohl mehr eine Art von Prahlerei zu Grunde liegen."

Auch was die Dauer des Zersetzungsprocesses der Weichtheile bis zu deren vollständiger Beendigung betrifft, so sind die früheren Angaben über einen auf 25 Jahre und länger protrahirten Verlauf der Fäulniss gewiss unrichtig, wenigstens insofern es sich dabei wirklich um Fäulniss und nicht um Adipocirung oder Mumification handelt. Die Untersuchungen in Sachsen[1]), welche Leichen betrafen, die unter den allerverschiedensten Bedingungen sich im Grabe befunden hatten, haben ergeben, dass, gewisse Ausnahmen abgerechnet, welche sich jedoch fast ausschliesslich auf die Bildung von Leichenwachs oder das Zurückbleiben von Gehirnüberresten beziehen und im Ganzen nicht ins Gewicht fallen, in durchlässigem Sand- oder Kiesboden die Kinder nach 4, die Erwachsenen nach 7 Jahren, im undurchlässigen Lehm die Kinder nach 5, die Erwachsenen nach 9 Jahren vollständig bis auf die Knochen zersetzt waren.

Wenn nun auch hieraus folgt, dass die Differenzen in der Dauer der Zersetzung nicht so gross sind, als man früher angenommen hat, so ergibt sich dennoch, dass in der That Unterschiede vorhanden sind und gewiss ist dies auch hinsichtlich der Form des Verlaufes der Fall. Wir müssen uns also darnach umsehen, von welchen Umständen sich eine ursächliche Einwirkung in der Richtung auf derartige Modificationen erwarten lässt. Nach dem weiter oben Angegebenen sind diejenigen Momente, auf welche es hier im Wesentlichen ankommt, das quantitative Verhältniss der Gegenwart von Luft und Wasser und die Temperatur.

Es ist oben darauf hingewiesen worden, dass die Zersetzung durch die Spaltpilze rascher verläuft bei Gegenwart von freiem Sauerstoff als ohne diesen, ferner, dass die Schimmelpilze ohne freien Sauerstoff überhaupt nicht zu gedeihen vermögen und dass durch höhere Concentration des Ernährungsmaterials die Schimmelbildung gegenüber den Spaltpilzen begünstigt wird. Es muss daher Alles,

---

1) 11. Jahresbericht des sächs. Landes-Medicinal-Collegiums auf das Jahr 1879. Leipzig 1881. F. C. W. Vogel. S. 148—181.

was den Zutritt von Sauerstoff oder die Austrocknung der Leichen hemmt oder gänzlich verhindert, einerseits den Ablauf der Fäulniss in die Länge ziehen und andererseits deren Uebergang in geruchlose Verwesung retardiren, oder überhaupt einen normalen Verlauf des Zersetzungsprocesses beeinträchtigen.

Indem wir nun zur Besprechung jener Factoren übergehen, welche von Einfluss auf die in Betracht kommenden Elemente sein können, beginnen wir mit der Bekleidung der Leiche als demjenigen, was sie zunächst umgibt. Die Kleider hemmen den Luftzutritt zur Leiche wohl nur dann in erheblichem Maasse, wenn sie mit Flüssigkeit imprägnirt werden; dies kann entweder dadurch geschehen, dass Wasser von aussen in das Grab eindringt oder dass Flüssigkeit aus der Leiche austritt, was bei dem Macerationsprocess der Weichtheile regelmässig erfolgt. Casper [1]) hat darauf aufmerksam gemacht, dass bei Leichen, die im Wasser gelegen sind, Körpertheile, welche von eng anliegenden Kleidungsstücken, z. B. Stiefeln, umgeben sind, oft noch ganz frisch sind, während die übrige Leiche schon stark in Fäulniss übergegangen ist.

Nach den Beobachtungen von Créteur [2]) in den Gräbern des Schlachtfeldes von Sedan, verzögert die Kleidung den Zersetzungsprocess ziemlich beträchtlich. Er fand, dass selbst in permeabelem Boden die mit Tuch bekleideten Körper noch vollständig intact waren, während die Gesichter und Hände schon sehr durch Fäulniss verändert waren. Nach seinen Beobachtungen scheint Baumwolle eine stärker conservirende Wirkung zu haben als Leinwand. Es ist jedoch zu erwähnen, dass Créteur die Aufgrabungen im Frühjahr (März—Mai) gemacht hat, und dass die Wirkung der Bekleidung daher vielleicht zum grossen Theil dem Umstand zugeschrieben werden muss, dass die Kleider bei der meist sehr geringen Dicke der die Gräber bedeckenden Bodenschichte während des ganzen Winters nass gewesen sind. Ausserdem dürfte der Einfluss, welcher durch die Kleidung bei begrabenen Leichen ausgeübt wird, doch ein weniger hochgradiger sein, da die Kleidungsstoffe, wenn sie trocken sind, der Luft sehr leicht Durchgang gestatten.

Die Kleidungsstücke widerstehen der Zerstörung im Allgemeinen viel länger als die Weichtheile der Leiche, und man findet sie nicht selten in Särgen, wo von den letzteren nur mehr Humusreste übrig

---

1) Praktisches Handbuch der gerichtl. Medicin. Neu bearbeitet u. vermehrt von Dr. Liman. 5. Aufl. 1871. Bd. 2. S. 34.

2) L'Hygiène sur les champs de bataille. Paris 1871. Baillière. p. 27.

sind, in erkennbarem Zustande, wenn auch zum Theil morsch, zerreisslich und dunkel gefärbt.[1])

Wichtiger als die Bekleidung ist der Sarg. Die gegenwärtig gebräuchlichen Särge verzögern gewiss alle die Leichenzersetzung, da sie den Zutritt von Luft zur Leiche und das Austrocknen sehr erschweren. Bei den Särgen ist bis jetzt vorzüglich das Material in Betracht gezogen worden, aus welchem sie gemacht sind, insofern hierdurch die Grösse des Gasaustausches beeinflusst werden kann. Wenn man von dem Umstand absieht, dass wohl der grösste Theil des Luftwechsels nicht durch die Wände des Sarges, sondern durch Fugen und Ritzen erfolgt, so muss es als wahrscheinlich angesehen werden, dass in Särgen aus weichem Holz die Leichenzersetzung und namentlich auch der Eintritt der Verwesung weniger verzögert wird, als in solchen aus hartem, denn einerseits ist weiches Holz durchlässiger für Luft als hartes (wenigstens über Hirn[2])), und andererseits saugt es auch wegen seiner grösseren Porosität Flüssigkeit leichter auf und lässt sie leichter durch sich hindurchtreten. Indess muss es doch mit Rücksicht auf die Ergebnisse von Exhumationen unentschieden bleiben, ob der Unterschied zwischen Hölzern beider Sorten im Effect wirklich so gross ist als man theoretisch annehmen könnte. In den von Reinhard zusammengestellten Beobachtungen der sächsischen Bezirksärzte (a. a. O.) ist nirgends eines Einflusses der Särge auf die Raschheit oder die Art der Leichenzersetzung Erwähnung gethan, es wird nur angegeben, dass der Zerfall der Särge verschieden eintritt, je nachdem sie aus starken oder schwachen Brettern, aus weichem oder hartem Holz gemacht und in sehr trockenem oder feuchtem Boden gestanden sind. Es muss daher angenommen werden, dass ein irgend merklicher Einfluss der Qualität des Sarges auf die Leichenzersetzung nicht zu constatiren war, denn es wäre doch auffallend, dass bei 150 Exhumationen die Aufmerksamkeit nicht auf diesen Punkt gelenkt worden wäre, wenn wirklich ein erheblicher Einfluss vorhanden wäre. Noch merkwürdiger aber ist der Schluss, zu welchem Moser auf Grund von 45 Leichenausgrabungen kommt. Moser sagt[3]): „Der Sarg, beziehungsweise die Güte oder Schlechte des dazu verwendeten Holzes, spielt bei dem Verwesungsvorgange eine bedeutende Rolle, indem ich mich stets überzeugen konnte, dass Särge

---

1) Beobachtungen über die Zersetzungsvorgänge in den Gräbern u. Grüften der Friedhöfe, zusammengestellt von Dr. Reinhard. 11. Jahresber. über das Medicinalwesen in Sachsen auf das Jahr 1879. Leipzig 1881. F. C. W. Vogel. S. 174.

2) Lang, Ueber natürliche Ventilation etc. Stuttgart. Meyer u. Zeller 1877. S. 81 u. 82. 3) Aerztliches Intelligenzblatt 1866. Nr. 5. S. 67.

von gutem, ausgetrocknetem Kernholze, die länger der Fäulniss widerstanden, und Särge, die fest und möglichst luftdicht verschlossen waren, stets eine schnellere und geruchlosere Verwesung ihres Inhaltes zu Stande brachten, als solche, die schnell faulten oder leicht aus ihren Fugen gingen. Demgemäss wäre stets auf Särge vom besten, trockenen und, wenn möglich, hartem Holz, sowohl der schnelleren Faulung der Leichen, als auch des Minimum der Ausdünstung wegen, Bedacht zu nehmen."

Särge aus undurchlässigem Material, wie Metall, Stein, Glas u. s. w., kommen bezüglich des hygienischen Interesses im Ganzen weniger in Betracht, da sie verhältnissmässig nur selten zur Verwendung kommen und dann gewöhnlich in geschlossenen Grüften aufgestellt werden. Wie sich derartige Särge hinsichtlich ihres Einflusses auf die Leichenzersetzung verhalten, muss wohl von der Dichtigkeit des Verschlusses abhängig gemacht werden. Man hat bisher immer die Ansicht vertreten und bis zu einem gewissen Grad wohl mit Recht, dass sie die Fäulniss sehr in die Länge ziehen und in manchen Fällen auch die Leichenwachsbildung begünstigen, indess berichtet Reinhard[1]) eine Beobachtung, der zu Folge von der Leiche einer 34jährigen, in einem Zinksarg in einer Gruft beigesetzten Frau, bei der nach 11 Monaten erfolgten Wiedereröffnung des Sarges die Weichtheile bereits zerstört und die Knochen nur lose zusammenhängend gefunden wurden.

Hinsichtlich der Einwirkung, welche die Särge im Allgemeinen auf den Leichenzerstörungsprocess ausüben, muss übrigens, wie ich glaube, auf einen Gesichtspunkt aufmerksam gemacht werden, der mir bis jetzt zu wenig beachtet worden zu sein scheint, nämlich dass durch die Särge auch Bedingungen geschaffen werden können, welche dazu angethan sein dürften, die Zersetzung zu beschleunigen. Der Sarg bildet einen Hohlraum, in welchem die Leiche mit einem grossen Theil ihrer Oberfläche in directer Berührung mit Luft steht, und der insbesondere dann, wenn der Sargdeckel gewölbt ist, ein ziemliches Quantum Luft in sich einschliessen kann. Um eine ohne Sarg beerdigte Leiche dagegen wird sich sehr rasch durch die aus ihr austretende Flüssigkeit in Verbindung mit den Bodenbestandtheilen eine dicke, schmierige Schichte bilden, welche sie ganz einschliesst und den Luftzutritt und die rasche Austrocknung verhindert. Aber selbst wenn dies nicht der Fall wäre, oder nach dem Abtrocknen dieser Hülle, kann doch jedenfalls der Luftraum, welcher die Leiche direct

1) A. a. O. S. 162. Beob. 57.

umgibt, im letzteren Falle nur ein viel kleinerer sein, da der grössere Theil der Umgebung aus Bodenpartikeln besteht. Ausserdem schützt der Sargdeckel die Leiche vor Befeuchtung von oben und es wird dadurch die Austrocknung der Leiche und in Folge dessen der Uebergang von Fäulniss in Verwesung befördert. Es darf daher, meiner Meinung nach, die Behauptung, dass das Begraben ohne Sarg, wegen der grösseren Raschheit der Zersetzung der Leiche, jenem mit Sarg vorzuziehen sei, doch nicht mit der Bestimmtheit aufgestellt werden, wie es gewöhnlich geschieht, ich glaube vielmehr, dass in einem Sarge, dessen Wände den Luftzutritt in ausgiebiger Weise gestatten, die Zersetzung der Leiche mindestens ebenso schnell erfolgt, als bei der Lagerung auf den blossen Boden. Hinsichtlich der Beschaffenheit der Särge siehe unten.

In dieser Frage, wie in so vielen hier einschlägigen, sind unsere thatsächlichen Kenntnisse noch ziemlich geringfügige und unbestimmte, und es können nur durch künftige experimentelle Forschungen Aufschlüsse gewonnen werden, welche uns Gewissheit über diese, für das Beerdigungswesen wichtigen Angelegenheiten bringen. Es sind übrigens auch schon von Fleck Untersuchungen angestellt worden, die, wenn sie auch nicht direct den Zweck hatten die in Rede stehende Frage zu klären, Resultate ergeben haben, welche sehr zu Gunsten der zersetzungsbeschleunigenden Wirkung der Särge sprechen. Fleck[1]) hat gefunden, dass in der Grundluft über Gräbern die Zunahme des Kohlensäuregehalts proportional mit der Abnahme der Sauerstoffmenge einhergeht. Es muss daher unter sonst gleichen Verhältnissen in einem der Grösse nach gleichen Raume immer absolut mehr freier Sauerstoff enthalten sein, wenn derselbe ganz von Luft, als wenn er zum Theil mit Boden erfüllt ist. Auch die oben angeführte Beobachtung Moser's, dass in Särgen aus gutem, festem Holz die Verwesung schneller und geruchloser vor sich ging, muss in der Weise erklärt werden, dass starke Särge, einerseits wegen ihrer grösseren Tragfähigkeit und andererseits, weil sie viel langsamer verfaulen, weniger leicht von der auf ihnen lastenden Bodenschichte eingedrückt werden und dadurch das Eindringen von Bodenpartikeln und somit die Verkleinerung des Luftraumes im Inneren verhüten.

Von weitaus grösserer Bedeutung als die bisher genannten Momente ist die Beschaffenheit des Bodens für den Ablauf des Zersetzungsprocesses der Leichen. Das erste Erforderniss in dieser Richtung ist, dass der Boden trocken ist. Allein auch im trockenen

1) 3. Jahresbericht der chem. Centralstelle f. öffentl. Gesundheitspflege in Dresden. S. 40.

Zustand zeigen die verschiedenen Bodenarten die grössten Verschiedenheiten in Beziehung auf ihre Durchlässigkeit für Luft. Es kommt hierbei nicht so sehr auf die Porosität des Bodens im Allgemeinen an, d. h. auf die Grösse des Gesammtvolumens der mit Luft erfüllten Räume (Porenvolum, Renk), die Grösse der Permeabilität des Bodens ist vielmehr am wesentlichsten abhängig von der Weite der Poren, so zwar, dass, wie Renk[1]) nachgewiesen hat, beim Vergleich zweier Bodenarten von verschiedener Korngrösse, durch gleiche Volumina mit gleichem Querschnitt, und unter gleichem Druck und bei ganz gleichem Porenvolum, Luftmengen hindurchtreten, welche um das 20 000 fache verschieden sein können. Je feinmaschiger der Boden ist, um so grössere Widerstände bietet er dem Durchtreten der Luft dar. — Nächst der Weite der Poren ist selbstverständlich die Dicke der die Leichen bedeckenden Bodenschichte von Einfluss auf die Luftmengen, welche in das Grab gelangen können. Durch die Versuche von Fleck[2]), Renk (a. a. O.) und Ammon[3]) ist nachgewiesen worden, dass das durch Boden in Folge von Aspiration oder Druck durchtretende Luftvolum ceteris paribus der Höhe der Bodenschichte umgekehrt proportional ist. Jedoch ist dieses Gesetz nach Renk's Versuchen nur so lange gültig, als es sich um Geschwindigkeiten von 0,062 Meter pro Secunde handelt. Bei grösseren Geschwindigkeiten nehmen die geförderten Luftmengen in geringerem Verhältnisse ab, als die Dicke der Schichte wächst. Ammon dagegen lässt obiges Gesetz nur für grobkörnigen Boden gelten, während bei feinkörnigem die Luftmengen in geringerem Verhältniss abnehmen, als die Dicke der Schichte beträgt. — Für unseren Fall lässt sich aus diesen Untersuchungen der Schluss ziehen, dass unter sonst gleichen Verhältnissen die Zersetzung der Leichen um so langsamer vor sich geht, je tiefer das Grab ist. Ob die von Rieke[4]) aufgestellte Behauptung, dass Leichen, die sich in sehr bedeutender Tiefe befinden, sich vollkommen frisch erhalten, richtig ist, dürfte denn doch etwas fraglich erscheinen, wenn man berücksichtigt, dass wenn sich diese Voraussetzung bewahrheiten würde, doch dann und wann die Auffindung conservirter Menschen- und Thierleichen aus uralter Zeit, in Bergwerken oder tiefen Schachten,

1) Ueber die Permeabilität des Bodens für Luft. Zeitschr. f. Biologie. 15. Bd. S. 205—242.

2) 2. Jahresbericht der chem. Centralstelle f. öffentl. Gesundheitspflege in Dresden 1873. S. 38.

3) Forschungen auf dem Gebiete der Agriculturphysik von Wollny. 3. Bd. S. 209—241.

4) Ueber den Einfluss der Verwesungsdünste etc. Stuttgart 1840. S. 138.

wie sie zu anderen Zwecken getrieben werden, sich ereignen müsste. In dem Fall, welchen Rieke im Auge hat, handelt es sich wohl um Adipocirebildung.

Einen ganz wesentlichen Einfluss auf die Vermehrung der Permeabilität des Bodens für Luft übt die Auflockerung desselben (Renk, Ammon). Dies ist insoferne von Wichtigkeit hinsichtlich der Gräber, als Renk (a. a. O.) gefunden hat, dass bei feineren Korngrössen die Zunahme der Permeabilität in Folge der Auflockerung eine viel bedeutendere ist, als bei grobkörnigen. Die durch die geringere Weite der Poren herbeigeführte geringere Durchlässigkeit des Bodens kann daher durch lockere Aufschüttung der den Sarg bedeckenden Schichte wieder einigermassen ausgeglichen werden. Durch Gefrieren des Bodens wird seine Permeabilität herabgesetzt und zwar stärker, als der Ausdehnung des Wassers beim Gefrieren entspricht, wie ebenfalls Renk (a. a. O.) experimentell nachgewiesen hat. Er sucht diese Erscheinung dadurch zu erklären, dass das Wasser in gefrorenem Zustand in den Hohlräumen des Bodens nicht mehr beweglich ist und daher nicht mehr verschoben werden kann, was beim flüssigen Wasser möglich ist, wenn Luft unter Druck durch den Boden geleitet wird. Auf diese Weise erklärt sich auch die Thatsache, dass weitmaschige Bodenarten durch das Gefrieren viel weniger von ihrer Permeabilität verlieren, als engmaschige, welche letztere unter Umständen vollständig impermerbel werden können.

Es muss hier noch auf einen Umstand hingewiesen werden, der, wie verschiedene Beobachtungen in neuerer Zeit ergeben haben, verzögernd auf die Dauer der Leichenzersetzung einwirkt. Es ist dies eine schon lange dauernde Benutzung eines Kirchhofes. Je humusreicher ein Gottesacker durch die Reste der Leichenzersetzung wird, desto enger werden seine Poren, desto langsamer trocknet der Boden nach einem Regen, und die beständige weitere Verwesung des Humus tritt mit der Verwesung der Leichen in Concurrenz, indem beide zugleich ihre Ansprüche an den in der Luft des Bodens enthaltenen Sauerstoff erheben und befriedigen müssen. Von Beobachtungen, welche die längere Dauer der Zersetzung auf älteren Kirchhöfen beweisen, wird eine von Pettenkofer[1]) angeführt: In München befinden sich der alte und der neue (südliche) Gottesacker unmittelbar nebeneinander und haben ursprünglich ganz gleichen Boden. Indess hat es sich, als man beide nebeneinander

1) Ueber die Wahl der Begräbnissplätze. Zeitschr. f. Biologie. Bd. 1. S. 64.

benutzte, herausgestellt, dass auf dem neuen Gottesacker die Leichen beträchtlich schneller verwesen, als auf dem alten. — In gleichem Sinn fielen Beobachtungen aus, welche Kiene[1]) angestellt hat. Er fand bei Exhumationen in 3 Kirchhöfen von gleicher Bodenbeschaffenheit, welche verschieden lange Zeit (18, circa 500 und mehr als 600 Jahre) benutzt wurden, dass sich schmierige, die Knochen überziehende, noch weiter zersetzbare Reste organischer Materie noch fanden, in dem jüngsten zu Probsteihagen im 13., in dem alten zu Barkau im 16. und im ältesten zu Schönberg noch im 20. Jahre.

Aus dem Vorstehenden ergibt sich, dass einer der wichtigsten Factoren für die Durchlässigkeit des Bodens für Luft, dessen physikalische Aggregation, die die Weite der Poren bedingende Grösse der Bodenpartikeln ist. Nur von untergeordneterer Bedeutung ist die chemische Zusammensetzung des Bodens, indess hat Ammon[2]) gefunden, dass von den verschiedenen Hauptgemengtheilen der Thon und ähnlich beschaffene Böden (Kreide u. s. w.) die geringste, die sandigen Böden die grösste Permeabilität für Luft besitzen und ferner, dass diese grosse Permeabilität des Sandes durch die Zuführung verhältnissmässig geringer Mengen von Lehm in ausserordentlichem Grade reducirt wird. Von grösster Bedeutung sind die Versuche von Fleck[3]), welche ein klares Bild über die Verschiedenheit der Grösse des Luftwechsels in verschiedenen Bodenarten geben. Er fand bei versuchsweise angelegten Gräbern, dass der Gasaustausch am langsamsten vor sich gehe im Lehmboden, dann folgt Sand, am raschesten in grobkörnigem Kies.

Wie schon oben angedeutet, wird die Luftdurchlässigkeit des Bodens am wesentlichsten alterirt durch seinen Wassergehalt und zwar nicht durch die Menge des dampfförmig vorhandenen, sondern vielmehr durch jene des mechanisch festgehaltenen tropfbar flüssigen Wassers oder mit anderen Worten durch den Feuchtigkeitsgrad des Bodens, da derselbe einen vollständig hermetischen Verschluss herbeiführen kann. Auf die Durchfeuchtung des Bodens sind, wenn man von der Quantität des Wassers, welche demselben zugeführt wird und die natürlich hierbei in erster Linie in Betracht kommt, absieht, vorzüglich von Einfluss: Seine Wassercapacität, d. h. seine Kraft eingedrungenes Wasser in längeren Säulen festzuhalten, einer- und die capillare

1) Beobachtungen über die Sättigung der Kirchhofserde. Vierteljahrschr. f. gerichtl. Med. u. öffentl. Sanitätswesen. N. F. Bd. 23. 1875. S. 352.

2) A. a. O. S. 231 u. 232.

3) 3. Jahresbericht d. chem. Centralstelle f. öffentl. Gesundheitspfl. in Dresden. S. 37—44 und 4. u. 5. Jahresbericht. S. 46—53.

Wasserleitung andrerseits. Die Wassercapacität des Bodens nimmt bei gleicher chemischer Beschaffenheit zu mit der Feinheit der Poren (Renk a. a. O.) und wird wesentlich herabgedrückt durch das Vorhandensein einer grossen Zahl nicht capillarer Räume, d. h. durch eine krümelige Beschaffenheit der Masse (v. Klenze).[1]) Die Permeabilität für Luft vermindert sich dagegen im geraden Verhältniss zur Menge des aufgenommenen Wassers. Engmaschige Bodenarten können daher vollständig impermeabel werden, während bei weitmaschigen der Verlust an Permeabilität ein sehr geringer ist (Renk l. c.). Zu bemerken ist noch, dass bei Durchfeuchtung von unten, also beim Aufsteigen des Grundwassers, der Effect auf die Permeabilität immer noch stärker hervortritt, als bei Durchfeuchtung von oben durch Regen (Renk l. c.). Im ersteren Falle werden eben die luftführenden Räume alle mit Wasser gefüllt, was im letzteren Falle nicht mit der Vollständigkeit geschieht. v. Liebenberg[2]) fand bei einer mit natürlichen Böden angestellten Versuchsreihe, dass die Böden eine um so grössere Wassercapacität zeigen, je feinerdiger sie sind, je gleichmässiger ihre Zusammensetzung und je mehr Thon und Humus sie besitzen, also je poröser sie sind. Danach haben Sandböden eine geringe, Lehmböden eine grössere und Thon- sowie humöse Böden die grösste Sättigungscapacität.

Die capillare Wasserleitung im Boden wirkt zum grossen Theile bestimmend einestheils auf die Höhe resp. Tiefe, in welche Wasser in den Boden eindringt, anderntheils auf die Schnelligkeit, womit dies geschieht. Sie ist hauptsächlich abhängig von der Feinheit der Bodenpartikeln, indess äussert doch auch die chemische Beschaffenheit des Bodens einen Einfluss auf dieselbe.[3]) Die capillare Hebung erfolgt in jedem Boden um so langsamer, je grösser die Zahl der in ihm vorhandenen nicht capillaren Räume ist und umgekehrt (Klenze). Die Bodencapillarräume von einer bestimmten Grösse leiten das Wasser am besten, während einerseits kleinere wegen vermehrten Reibungswiderstandes, welchen die Bodenpartikeln dem Aufsteigen des Wassers entgegenstellen und andererseits grössere, wegen der ebenfalls die Capillarität beeinträchtigenden Schwere der gehobenen Wassersäule, das Wasser schlechter leiten. Die capillare Erhebung des Wassers erfolgt daher bis zu einer gewissen Grenze um so langsamer, in je feinerem Zustand sich

1) v. Klenze, Ueber die capillare Wasserleitung im Boden etc. Bauwirthschaftl. Jahrbücher von Nathusius u. Thiel. Bd. 6. 1877. S. 83—131.

2) Ueber den gegenwärtigen Stand der Bodenphysik. Forschungen auf dem Gebiete der Agriculturphysik. Herausgegeben von Wollny. 1. Bd. S. 3.

3) v. Klenze a. a. O.

die Bodenpartikeln befinden. Ist diese Grenze überschritten, so findet das umgekehrte Verhältniss statt (Klenze). Das Wasser wird im Boden um so höher gehoben, je weniger nichtcapilläre Räume in demselben vorhanden sind. Die Steighöhe von Wasser im Boden kann eine sehr beträchtliche sein und, wie aus den Versuchen v. Klenze's hervorgeht, bis nahe an 2 Meter betragen. Zu ähnlichen Ergebnissen gelangte Orth.[1] Es ist diese Thatsache von grosser Wichtigkeit, weil die Bodenschichten, in welchen sich die Leichen nach der Beerdigung befinden, auf solche Weise durch das unterhalb befindliche Grundwasser stark durchfeuchtet werden können. — Klenze hat ferner gefunden[2], dass die das Wasser von unten her langsam leitenden Bodenconstituanten ein gleiches Verhalten zeigen, wenn ihnen das Wasser von oben her zugeführt wird, ferner dass der Boden in allen Fällen im festen Zustand das Wasser von oben nach unten beträchtlich langsamer leitet als im lockeren und dass überhaupt das Sinken des Wassers im Boden um so schneller vor sich geht, je mehr nichtcapilläre Räume in demselben enthalten sind.

Die grosse Wichtigkeit der beiden letztgenannten Momente: der Wassercapacität und der capillaren Wasserleitung fällt sofort in die Augen, wenn man bedenkt, dass in einer Bodenart der Wassergehalt um so grösser wird auf Kosten des Luftgehaltes, je grösser die Wassercapacität ist und dass auf der andern Seite Boden um so rascher austrocknet und um so trockener von unten ist, je weniger die Capillarität beim Durchtritt des Wassers in Betracht kommt, d. h. je grobporiger er ist, denn es fliesst dann das Wasser schneller nach unten ab und wird viel langsamer und weniger hoch von unten gehoben. Die Untersuchungen von Renk und v. Klenze zeigen, dass auch in Beziehung auf Wassercapacität und capillare Wasserleitung vorzüglich wieder die physikalisch wirkenden Kräfte den Ausschlag geben. Indessen übt, wie Klenze nachgewiesen hat, doch auch die chemische Beschaffenheit des Bodens einen nicht unerheblichen Einfluss. Aus seinen Versuchen ergibt sich, dass Wasser in Quarzstaub in derselben Zeit durch capillare Leitung auf eine Höhe von 96 Cm. gehoben wurde, in welcher es in Marmorstaub nur auf 77,8 Cm. und in Kaolin gar nur auf 34,0 Cm. gestiegen war. Auch von Schwarz sind hinsichtlich der Permeabilität chemisch verschiedener Bodenarten für Wasser Versuche angestellt worden[3], die jedoch, namentlich was

1) Amtlicher Bericht der 50. Versammlung deutscher Naturforscher etc. München 1877. S. 349.

2) Klenze a. a. O.

3) A. v. Schwarz, Beiträge zur Kenntniss des Moorbodens. 1. Bericht über

unseren Gegenstand hier betrifft, wie die meisten früheren diesen Gegenstand betreffenden Untersuchungen, an dem Fehler leiden, dass bei den Experimenten Bodenschichten von nur sehr geringer Mächtigkeit (10—20 Cm.) angewendet wurden. Schwarz kommt indess, was die Bedeutung der chemischen Zusammensetzung des Bodens im Allgemeinen anlangt, zu demselben Resultat wie Klenze, nämlich dass dieselbe einen Einfluss auf die Permeabilität des Bodens für Wasser ausübt. Von Liebenberg[1]) wird dagegen der Einfluss der chemischen Zusammensetzung geläugnet und werden die sich ergebenden Unterschiede ganz den physikalischen Verschiedenheiten zur Last gelegt. Von wie grossem Belang die Zusammensetzung des Bodens hinsichtlich des Verlustes der Permeabilität durch Imprägnirung desselben mit Wasser ist, das beweisen die Versuche von Fleck aufs deutlichste. Es gelang ihm bei versuchsweise in Lehmboden angelegten Gräbern nicht, während 6—9 Monaten Luft aus einer Tiefe von 1,7 Meter zu aspiriren, da der Boden durch atmosphärische Niederschläge hermetisch verschlossen war; auch Sandboden blieb während 5 Monaten nach oben abgeschlossen, nur Kies war stets für Luft durchgängig.

Fleck kommt als Endergebniss seiner Versuche zu dem Schluss, dass im Kiesboden die Leichenzersetzung am schnellsten vorschreiten müsse, und ferner, dass, wenn man die Menge der im Boden zurückgehaltenen organischen Massen als Maassstab für die Zersetzungszeit annimmt, im Kiesgrabe in 1 Jahre ebensoviel organische Substanz zerstört wird, als im Sandgrabe in 1 2/3 und im Lehmgrabe in 2 bis 2 1/3 Jahren.[2])

Diese Schlussfolgerung von Fleck wird jedoch durch die neuesten in Sachsen ausgeführten Beobachtungen auf Friedhöfen nicht ganz bestätigt. Bei diesen Untersuchungen, wobei 28 Leichen von Kindern zwischen 0 bis 15 Jahren und 35 von Erwachsenen, die in Kies- und Sandboden, und ferner 33 Leichen von Kindern und 46 von Erwachsenen, die in Lehmboden begraben waren, also im Ganzen 142 Leichen exhumirt wurden, ist das Ergebniss folgendes gewesen[3]): In Kies- und Sandboden ist die Zersetzung

Arbeiten der k. k. landwirthschaftlich-chemischen Versuchsstation in Wien aus den Jahren 1870—1877. Wien 1878. S. 51.

1) Forschungen auf dem Gebiete der Agriculturphysik. Herausg. v. Wollny. 1. Bd. S. 3.

2) 4. u. 5. Jahresbericht der chem. Centralstelle f. öffentl. Gesundheitspflege in Dresden 1876. S. 49.

3) 11. Jahresbericht über das Medicinalwesen in Sachsen. Leipzig 1881. F. C. W. Vogel. S. 148—181.

von Kinderleichen spätestens nach 4, die von Erwachsenen nach 7 Jahren so weit vollendet, dass nur noch Knochen und etwas amorphe Humussubstanz übrig sind. Verzögerungen der Zersetzung kommen hier nur sehr selten und zwar nur in feinkörnigem Sande vor, im Verhältniss von 1 : 16, und beruhen nur auf Zurückbleiben von Gehirnresten. Im Lehmboden ist die Zersetzung der Kinderleichen in der Regel spätestens nach 5, die von Erwachsenen nach 9 Jahren beendet. Verzögerungen der Zersetzung kommen häufiger vor, etwa im Verhältniss von 1 : 5. Sie beruhen theils auf Fettwachsbildung in geringerer oder grösserer Ausdehnung und mit oder ohne Zurückbleiben von Gehirnresten, theils in letzterem allein.

Die Beobachtungen von Créteur[1]) haben ergeben, dass die Leichenzersetzung am raschesten in Sand- und Kalkboden, am langsamsten in Lehm- und Schieferboden vor sich geht.

Ob die chemische Zusammensetzung einer Bodenart an sich einen Einfluss auf den Verlauf der Leichenzersetzung ausübt, welcher unabhängig ist von der durch physikalische Verschiedenheiten bedingten Wirkung, darüber lässt sich zur Zeit nichts Bestimmtes sagen. Die Untersuchungen von Falk[2]) haben zwar ergeben, dass verschiedene Böden organische Körper mit verschieden grosser Intensität zerstören, allein es ist bei den Versuchen keine Rücksicht auf die Unterschiede in den physikalischen Eigenschaften genommen. Riecke[3]) führt ebenfalls einige Beobachtungen an, welche für einen chemisch wirkenden Einfluss des Bodens gedeutet werden können, allein es fehlt dabei meist jede Andeutung über gleichzeitig bestandene physikalische Verhältnisse. Dass natürlich eine ganz abnorme Beschaffenheit des Bodens, wie in Salzsteppen, auf welche Riecke hinweist, modificirend auf die Leichenzersetzung wirkt, wird wohl Niemand bestreiten.

Die Gegenwart von Wasser befördert im Allgemeinen die Zersetzung der Leichen, einestheils physikalisch, indem dadurch der mechanische Zerfall der Gewebe und die Verflüssigung der faulenden Stoffe erleichtert werden, andererseits chemisch, insofern manche Spaltungsvorgänge z. B. die Hydratation unter Aufnahme von Wasser vor sich gehen, und andere, wie die Reductionen zu ihrem Ent-

1) L'Hygiène sur les champs de bataille. Paris 1871. Baillière.

2) Experimentelles zur Frage der Canalisation mit Berieselung. Vierteljahrsschrift f. gerichtliche Medicin u. öffentliches Sanitätswesen. Bd. 27. S. 83 und Bd. 29. S. 272.

3) Ueber den Einfluss der Verwesungsdünste etc. Stuttgart 1840. S. 140 u. ff.

stehen des aus dem Wasser gebildeten Wasserstoffgases (in statu nascendi) bedürfen. Daher kommt es auch, dass Leichen, welche im Wasser liegen, rascher zersetzt werden, als solche im Boden. Casper[1]) glaubt nach seinen Erfahrungen folgenden Satz aufstellen zu dürfen, ohne sich von der Wahrheit sehr zu entfernen: Bei ziemlich gleichen Durchschnittstemperaturen entspricht in Betreff des Verwesungsgrades eine Woche (Monat) Aufenthalt der Leiche in freier Luft zweien Wochen (Monaten) Aufenthalt derselben im Wasser und acht Wochen (Monaten) Lagerung auf gewöhnliche Weise in der Erde.

Bei den beerdigten Leichen wird jedoch diese, die Zersetzung befördernde Wirksamkeit des Wassers bei weitem überwogen durch den Abschluss von der Luft, so zwar, dass wenn eine Leiche im Grabe unter Wasser liegt, die Fäulniss nur sehr langsam von statten geht, viel langsamer als im gewöhnlichen Boden. Unter diesen Umständen tritt ferner der Nachtheil ein, dass Fäulnissproducte ins Grundwasser gelangen und dann weiter geführt werden können. Auch die Modification, dass statt der Zersetzung Leichenwachsbildung erfolgt, wird durch das Liegen der Leiche in Wasser häufig erzeugt. Uebrigens ist ein gewisser Grad von Feuchtigkeit des Bodens doch nothwendig für die raschere Zersetzung der Leichen, weil sonst durch Vertrocknen der Leiche eine Concentration herbeigeführt wird, welche die Entwicklung nicht nur von Spalt-, sondern auch von Schimmelpilzen unmöglich macht und damit die Zersetzung der Leiche verzögert oder ganz aufhebt. Es kann dann jener Vorgang an der Leiche eintreten, welchen man als Mumification bezeichnet. Um einen zur Vermeidung der Mumification zweckdienlichen Grad von Feuchtigkeit im Boden vor sich zu haben, ist es nicht nothwendig, dass in demselben tropfbar flüssiges Wasser vorhanden sei, es genügt, um diesen Zweck zu erreichen, dass die Bodenluft mit Wasserdampf geschwängert ist.

Weitaus am günstigsten für einen raschen Verlauf der Zersetzung ist ein häufiger Wechsel zwischen Durchfeuchtung und einem gewissen Grad von Wiederaustrocknung. Beweisend für diesen Satz sind die Resultate, zu welchen Soyka[2]) bei seinen Versuchen über den Einfluss des Bodens auf die Zersetzung organischer Substanzen gelangte, wo bei Durchfeuchtung, verbunden mit Ventilation, die Nitri-

1) Casper, Praktisches Handbuch der gerichtlichen Medicin. Neu bearbeitet u. vermehrt von Dr. C. Liman. 5. Aufl. 1871. 2. Bd. S. 37.

2) Zeitschrift für Biologie. Bd. 14. S. 462.

fication früher und in reichlicherem Maasse erfolgte, als ohne Ventilation. Die frühere Erklärung dieser Erscheinung, wonach beim Verdunsten von Wasser Sauerstoff in den activen Zustand übergeführt wird und dann kräftiger oxydirend auf die faulenden Massen wirkt, ist nach den Untersuchungen von Schöne[1]) über das Vorkommen von Ozon in der Luft sehr in Frage gestellt worden. Dagegen ist es eine oft gemachte Erfahrung, dass die Spaltpilze in einer Substanz, in welcher die Fäulniss zum Stillstand gekommen war, sich von Neuem lebhaft entwickeln und die Fäulniss wieder eintritt, sobald wieder Wasser zugesetzt wird.

Am meisten die Zersetzung befördernd wirken daher Böden, welche die grösste Durchlässigkeit für Wasser besitzen und rasch austrocknen. In letzterer Beziehung ist auch die Grösse der Verdunstung in Rechnung zu ziehen, die ebenfalls wesentlich von der Porosität beeinflusst wird. Schon Nessler hat gefunden, und es ist neuerdings durch v. Liebenberg[2]) bestätigt worden, dass dichter Boden mehr Wasser durch Verdunstung verliert, als lockerer, indem durch die grössere Feinheit der Capillaren die Steighöhe eine grössere und in Folge dessen die Wassermenge, welche an die verdunstende Oberfläche gelangt, eine höhere wird. Es wächst also die Grösse der Wasserverdunstung von der Oberfläche des Bodens mit der Feinheit der Bodenpartikelchen.

Wie für die Zersetzungsprocesse aller organischen Körper, so ist auch für jene der Leichen die Temperatur von der grössten Bedeutung. Im Allgemeinen ist eine Temperatur zwischen 20 bis 40 ° C. für die Fäulniss wie für die Verwesung am günstigsten. Unter 0 Grad hört die Zersetzung auf, was ja aus der Conservirung von Fleisch durch Eis und noch deutlicher aus der Thatsache hervorgeht, dass in den arktischen Regionen Thiere noch ganz vollständig erhalten im Eise gefunden wurden, welche längst ausgestorbenen Arten angehören und Jahrtausende von der Zersetzung bewahrt geblieben sind. Die Temperatur des Bodens nimmt bis zu einer gewissen Tiefe im geraden Verhältniss zur Entfernung von der Oberfläche ab und die Schwankungen in der Wärme werden um so geringer, in je grössere Tiefen man gelangt. Ueber die Factoren, welche die Temperaturverhältnisse im Boden beeinflussen, sind von Seite der Agriculturphysiker vielfach Versuche angestellt worden, so

1) Ueber Beobachtungen in der atmosph. Luft mit Thalliumpapieren. Berichte der deutschen chem. Gesellschaft. 13. Jahrgang. S. 1508.

2) Forschungen auf dem Gebiete der Agriculturphysik. Herausgegeben von Wollny. 1. Bd. S. 3.

namentlich in der neueren Zeit von Wollny[1]), Lang[2]), Pott[3]) u. s. w., allein diese Versuche berücksichtigen nur die oberflächlichsten Bodenschichten, und es bleibt noch zu untersuchen übrig, ob die gefundenen Einflüsse auch noch in den Tiefen sich geltend machen, welche uns hier interessiren. Wie aus diesen Versuchen hervorzugehen scheint, übt namentlich der Wassergehalt des Bodens eine sehr bemerkenswerthe Wirkung auf seine Erwärmung aus, indem die grosse Wärmecapacität des Wassers die Erwärmung des Bodens verlangsamt. Es stimmt dies auch mit der alten Erfahrung überein, dass nasse Böden im Allgemeinen kälter sind, als trockene.

Nach dem oben Gesagten wird, was die Abhängigkeit von der Temperatur anlangt, die Zersetzung der Leichen im Boden um so schneller vor sich gehen, je weniger dick die sie bedeckende Bodenschichte ist. Uebrigens muss selbstverständlich die mittlere Jahrestemperatur des Ortes von der wesentlichsten Bedeutung sein, denn je höher diese ist, um so höher wird auch unter sonst gleichen Verhältnissen die durchschnittliche Bodentemperatur liegen. Es ist gewiss auch ein Unterschied in dem Verlaufe der Leichenzersetzung vorhanden, je nachdem das Begräbniss in der warmen oder kalten Jahreszeit stattfindet. Es liegen darüber zwar keine directen Beobachtungen vor, allein, wenn man berücksichtigt, dass im Sommer die Leichen wegen der höheren Temperatur der Luft schon in einem Zustand weiter vorgeschrittener Fäulniss in das Grab kommen, und dass ferner die Temperaturunterschiede im Boden bei 2 Meter Tiefe zwischen Sommer und Winter ziemlich beträchtlich sein können, so ist die Annahme, dass Leichen, welche zu Beginn der warmen Jahreszeit beerdigt werden, rascher zersetzt werden, gewiss gerechtfertigt. Nicht zu vergessen ist, dass neben der Wärme auch die Feuchtigkeit der Luft sehr in Betracht kommt. Die Fäulniss verläuft bekanntlich am raschesten in feuchter Wärme, während trockene Wärme durch Austrocknung das Gegentheil bewirkt. Im Boden pflegt, wenigstens in der Tiefe, in welcher die Leichen im Grabe liegen, für einen genügenden Feuchtigkeitsgrad gesorgt zu sein, denn, wie Fleck[4]) gefunden hat, muss die Grundluft in einer Tiefe von 2, 4 und 6 Meter mit Feuchtigkeit gesättigt angenommen werden.

Was die Betheiligung niederer Thiere an der Zerstörung der

---

1) Forschungen auf dem Gebiete der Agriculturphysik. Herausgegeben von Wollny. Bd. 1. S. 43, 263. Bd. 2. S. 133. Bd. 3. S. 117, 325.

2) Ebenda. Bd. 1. S. 100, 379.

3) Die landwirthschaftlichen Versuchsstationen. Bd. 20. S. 273.

4) 3. Jahresbericht der chem. Centralstelle etc. in Dresden 1874. S. 23.

Leichen betrifft, so spielen dieselben bei Cadavern, die an der Luft liegen, eine ganz hervorragende Rolle. Krahmer[1]) fand den in einem Getreidefeld liegenden Leichnam eines Selbstmörders nach 4 Wochen in ein zusammenhangloses Skelett verwandelt. Ebenso berichtet Dommes[2]) über eine vollständige Skelettisirung eines Mannes durch Würmer und Insekten in 2 Monaten (Juni und Juli).

Bei begrabenen Leichen fehlen Thiere in der Mehrzahl der Fälle, indess wurden doch, wie Reinhard[3]) angibt, von den sächsischen Bezirksärzten unter 150 Exhumationen in 44 Fällen, also bei etwa einem Dritttheil, thierische Organismen an den sich zersetzenden Leichen gefunden. Orfila[4]) gibt eine ganze Reihe von Insekten an, welche den Körper vorzugsweise als Nahrung benutzen und ihre Eier auf die Oberfläche desselben legen sollen, doch ist es sehr fraglich, ob er diese Thiere alle selbst an Leichen beobachtet hat, oder ob er nicht vielmehr eine Reihe solcher Insekten aufzählt, die sich bekanntlich von in Zersetzung begriffenen thierischen Substanzen nähren.

Besonders häufig kommen die Larven verschiedener Fliegenarten zur Beobachtung. Namentlich war es nach Reinhard eine kleine nur etwa 2—3 Mm. lange Art, die nicht nur am häufigsten, sondern auch am zahlreichsten vorkam. Noch häufiger sind es die leeren Puppenhüllen dieser Art, die zu Millionen in den Särgen lagen. Als Beispiele, in welcher Menge man sie fand, mögen einige Angaben folgen: So wurde bei einem erfroren im Freien gefundenen und im gefrorenen Zustande beerdigten Manne nach 4 Jahren 3 Monaten der Schädel bedeckt mit solchen kleinen Puppenhüllen und noch ziemlich vielen lebenden Fliegen, desgleichen das Becken mit einer 2 Cm. hohen Schicht solcher Puppen, und die Strümpfe, welche die bereits reinen Fussknochen umgaben, so ausgefüllt mit Fliegenpuppen gefunden, dass sie noch den vollen fleischigen Fuss zu enthalten schienen. In einem anderen Fall bedeckten die kleinen Puppenhüllen den Kopf und namentlich den Unterkiefer in solchen Massen, dass bei oberflächlicher Betrachtung ein factisch nicht vorhandener Vollbart vorgetäuscht wurde.

Es ist nicht anders denkbar als dass, wie auch Orfila annimmt, diese Fliegen, wenn sie einmal an den Leichnam gelangt sind, viele

---

1) Handbuch der gerichtl. Medicin. 2. Aufl. S. 578.

2) Casper, Vierteljahrsschrift f. gerichtl. Medicin. Bd. XIII. S. 160.

3) 11. Jahresbericht über das Medicinalwesen in Sachsen auf das Jahr 1879. Leipzig 1881. F. C. W. Vogel. S. 171.

4) Orfila u. Lesueur, Handbuch z. Gebrauch b. gerichtl. Ausgrabungen etc. übers. v. Güntz. Leipzig 1832. 1. Th. S. 292.

Generationen hindurch als Maden an den Weichtheilen zehren, sich verpuppen, auskriechen, sich begatten und Eier legen, bis der Nahrungsvorrath erschöpft ist oder andere Umstände die weitere Fortpflanzung unterbrechen.

Ob die Fliegenmaden zu den Leichen gelangen dadurch, dass die Fliegen ihre Eier auf dieselben absetzen, noch vor sie begraben sind, oder ob auch Fliegen durch den Boden hindurch die Leichen zu erreichen vermögen, lässt sich nicht mit Bestimmtheit sagen, jedoch ist das erstere wahrscheinlicher und das Durchdringen des Bodens nur dann anzunehmen, wenn Leichen sehr oberflächlich verscharrt sind.

Ausser Fliegenlarven kommen auch Käfer und Tausendfüsse an Leichen vor, doch scheinen die Käfer das Innere der Särge erst dann aufzusuchen, wenn der Fäulnissprocess in der Hauptsache beendigt ist.

Von anderen Thieren wurde von E. Hofmann[1]) bei 2 Fällen von Exhumationen in dem Brei der Weichtheile eine Hematodenart in ungeheurer Anzahl gefunden. Sie hatten so ziemlich Grösse und Gestalt der bekannten Essigälchen und wurden als Pelodera strongyloides bestimmt.

Der Einfluss solcher thierischer Organismen lässt sich a priori nicht berechnen, da die Zahl und Art dieser Parasiten nicht minder von dem Verwesungszustand des Leichnams, als von seinem Aufenthaltsort und seiner Zugänglichkeit für die eine oder die andere Thierspecies abhängt, deren Verbreitung und Vorkommen wiederum nach besonderen Umständen sich richtet.

Es gibt noch einige Momente, welche die Dauer der Leichenzersetzung beeinflussen können, dies aber jedenfalls in viel geringerem Grade thun als die bis jetzt angeführten. Als solche sind zu nennen: der Luftdruck, Alter, Geschlecht und Constitution etc. des Todten und die Todesart:

Der Luftdruck kann nur insofern von Einfluss sein, als in verdünnter Luft die Verdunstung von Wasser sehr erhöht ist und dadurch Austrocknung der Leichen herbeigeführt wird, so dass sie der Fäulniss widerstehen. Es wird somit eine deutliche Wirkung des Luftdruckes nur dann zu erwarten sein, wenn derselbe schon ein sehr beträchtlich geringer ist, wie z. B. in sehr hochgelegenen Orten. So findet man, wie Wernher[2]) angibt, Leichen der alten Peruaner,

---

1) Die forensisch wichtigsten Leichenerscheinungen. Vierteljahrsschrift f. gerichtl. Medicin u. öffentl. Sanitätswesen v. Eulenburg. N. F. Bd. XXVI. S. 273.

2) Wernher, Die Bestattung der Todten. Giessen 1880. S. 27.

Chiloten, Chonosindianer und der Quanchen, also zum Theil längst ausgestorbener Völker, vollständig conservirt. Von dem St. Bernhardhospiz ist bekannt, dass die Leichen dort nicht verwesen. Sie werden an einem luftigen Ort aufgestellt und vertrocknen. Ob indessen die gewöhnlichen Schwankungen des Luftdruckes, wie sie an einem und demselben Orte vorkommen, einen irgendwie bemerkbaren Einfluss auf die Raschheit der Leichenzersetzung im Grabe haben, dürfte fraglich sein. Jedenfalls würde dies wohl nur durch die dadurch verstärkte Ventilation des Bodens bewirkt werden. Ebenso werden Winde nur durch die in Folge der Luftdruckschwankungen im Boden verstärkte Lüftung wirksam sein.

Was Alter und Geschlecht anlangt, so wird allgemein angegeben, dass Kinder schneller zersetzt werden als Erwachsene, Greise langsamer als jüngere Leute, Weiber schneller als Männer, indess dürften hierbei doch im Allgemeinen andere Factoren eine grössere Rolle spielen als eben Alter und Geschlecht. So namentlich der grössere oder geringere Wasser- und Fettreichthum der Gewebe. Bei den Kindern ist gewiss auch in Betracht zu ziehen, dass sie meist weniger tief begraben werden als die Erwachsenen.

Von grösserem Einfluss ist die Leibesbeschaffenheit der Leiche. Je wasserreicher dieselbe ist, um so schneller geht ceteris paribus die Zersetzung vor sich.

Auch Nationalität und einzelne Gewerbe sollen in dieser Hinsicht in Betracht kommen. Riecke[1]) gibt nach Ammianus Marcellinus an, dass vier Tage nach einem zwischen den Römern und den Persern stattgefundenen Treffen die Gesichtszüge der ersteren kaum mehr zu erkennen, die Perser dagegen ganz trocken gewesen seien. Was die Gewerbe anlangt, so sollen Gerber längere Zeit brauchen, bis sie zersetzt sind, als andere Menschen.

Nicht ohne Bedeutung scheint die Todesart zu sein. Es wird übereinstimmend von den Autoren angegeben, dass Leichen von Individuen, welche an acuten infectiösen Krankheiten gestorben sind, rascher verfaulen, als die an anderen Processen Verstorbener. Moser[2]) fand bei seinen Exhumationen Choleraleichen stärker verwest als andere gleich lange begrabene Leichen. Starke Verstümmelungen, Vergiftungen durch narcotische Gifte, ferner durch Kohlenoxyd und Schwefelwasserstoff sollen die Leichenzersetzung beschleunigen, während Phosphor-, Alkohol- und Schwefelsäurevergiftung die Lei-

1) Riecke, Ueber den Einfluss der Verwesungsdünste. Stuttgart 1840. S. 134.
2) Aerztliches Intelligenzblatt 1866. S. 50 ff.

chen mehr oder weniger lang conserviren soll.[1]) Bekannt ist die conservirende Wirkung des Arsens und des Sublimats.

Bezüglich der letztgenannten Momente ist jedoch festzuhalten, wie Casper sehr richtig hervorhebt, dass sie zwar eine Gültigkeit im Allgemeinen haben, dass jedoch individuelle Bedingungen, die den Zersetzungsprocess beschleunigen oder verzögern, vorhanden sein müssen, die bis jetzt noch unbekannt sind. Casper führt für diese Behauptung einige sehr lehrreiche Belege an von Fällen, wo eine grössere Anzahl meist gleichalteriger und unter den gleichen Verhältnissen lebender Menschen zu gleicher Zeit und durch die gleiche Veranlassung getödtet wurden, trotzdem aber die Zersetzung der Leichen, wenigstens nach Verlauf von einigen Tagen, ausserordentlich verschieden weit vorgeschritten war.

Unter Umständen kommt es vor, dass Leichen, entweder in toto, oder nur einzelne Theile derselben, nicht den gewöhnlichen Zersetzungsprocessen verfallen, dass also weder Fäulniss, noch Verwesung und damit Zerstörung sämmtlicher Weichtheile eintreten, sondern dass die Leichen entweder ganz oder nur theilweise conservirt werden. Dies kann auf zweierlei Weise geschehen: 1. durch Mumification oder 2. durch Leichenwachs-, Adipocirebildung.

Unter Mumification versteht man ein vollständiges Vertrocknen der Leiche, wobei im Allgemeinen die äussere Form erhalten bleibt und nur insofern Veränderungen erfährt, als dies durch die stattfindende Schrumpfung der Weichtheile bedingt wird. Die Austrocknung kann dabei einen so hohen Grad erreichen, dass es, wie Toussaint[2]) angibt, nicht gelang mit einer hydraulischen Presse Wasser aus einer 1 Zoll dicken Muskelschicht auszupressen. Die Haut ist trocken, lederartig elastisch. Das Unterhautbindegewebe ist geschrumpft und fest an die Knochen angeleimt. Die Muskeln sind zäh und setzen dem Messer grossen Widerstand entgegen. Die Sehnen sind deutlich zu erkennen. Die grossen Stämme der Arterien und Nerven kann man weit herauspräpariren, die Venen nicht. Die inneren Organe sind meist in eine schwarzbraune trockene Masse verwandelt, welche für das unbewaffnete Auge keine Structur erkennen lässt, manchmal fehlen sie ganz. Der Geruch dieser natürlichen Mumien ist ähnlich dem alten Käses. Angaben über chemische und mikroskopische Untersuchungen finden sich in der ange-

1) Casper, Praktisches Handbuch der gerichtl. Medicin. Neu bearbeitet u. vermehrt v. Dr. C. Liman. 5. Aufl. 1871. 2. Bd. S. 33.

2) Toussaint, Die Mumification der Leichen. Vierteljahrsschrift f. gerichtl. Medicin u. öffentliche Gesundheitspflege v. Casper. 11. Bd. S. 203—233.

führten Abhandlung von Toussaint, auf welche überhaupt bezüglich der Details verwiesen werden muss.

Was das Alter dieser natürlichen Mumien anlangt, so erreichen sie gewiss kein so hohes Alter, wie die ägyptischen Mumien, sondern sie scheinen im Laufe der Zeit zu Staub zu zerfallen. Toussaint glaubt, dass sie nicht über 1000 Jahre alt werden und führt für seine Behauptung mehrere Belege an.

Ueber die Bedingungen, unter welchen Mumification eintritt, ist man nicht in allen Fällen im Klaren. Man kennt zwar einige derselben, allein es kommen Fälle vor, wo ganze Leichen oder Theile derselben mumificiren, während andere in ihrer nächsten Umgebung verfaulen oder in Adipocire verwandelt werden, ohne dass sich für dieses verschiedenartige Verhalten eine bestimmte Ursache auffinden liesse (Toussaint). Man hat den verschiedensten Umständen Einfluss auf die Mumification zugeschrieben, so sollen Kinder leichter mumificiren als Erwachsene, Weiber schneller als Männer, Magere eher als Fette, Solche, die an chronischen, mit grossen Säfteverlusten verbundenen Krankheiten gestorben sind, eher als an acuten, namentlich infectiösen Processen Gestorbene, gewisse Gewerbe Treibende, besonders Gerber leichter als andere.[1]) Auch die Bekleidung, die Beschaffenheit des Sarges, die Zeitdauer des Verweilens der Leiche über der Erde sind in Betracht gezogen worden. Selbst über den Einfluss des Lichtes sind von Güntz, und jenen verschieden gefärbten Lichtes von Toussaint (a. a. O.) Versuche angestellt worden. Alle diese Momente sind jedoch gewiss nur von secundärer Bedeutung. Von wirklich entschiedener Wirkung dagegen sind alle jene Einflüsse, welche die Verdunstung von Wasser befördern, d. h. austrocknend auf die Leiche wirken. Von diesen ist in erster Linie heisse, trockene Luft zu nennen. Dies beweisen die mumificirten Leichen von Menschen und Thieren, welche auf dem Sande der Libyschen Wüste umgekommen sind. Desgleichen ist der Eingang der Grabgrüfte der Necropolen von Aegypten von den vertrockneten Leichen armer Leute eingenommen, welche die Kosten der künstlichen Einbalsamirung nicht leisten konnten und nur oberflächlich im Sande verscharrt wurden. Ueberhaupt kommt die Mumification in warmen Ländern häufiger vor als in nördlichen. Doch auch niedrige Temperatur in Verbindung mit geringem Luftdruck haben die gleiche Wirkung, wie die Mumification der Leichen in dem hochgelegenen St. Bernhard-Hospiz darthut. Hier vereint sich die con-

---

1) Vergl. auch Riecke a. a. O. S. 135.

servirende Wirkung der Kälte mit der austrocknenden der trockenen verdünnten Luft. Dass auch grosse Trockenheit des Raumes, in welchem eine Leiche ihre letzte Ruhestätte gefunden hat, die Mumification begünstigt, dies beweist ihr häufiges Vorkommen in Grüften und festgeschlossenen Gewölben, Crypten oder Särgen. Die Grüfte mancher Klöster, besonders Kapuzinerklöster, sind dafür bekannt, die Klöster von Dünkirchen, Toulouse, Palermo, Saas, Bonn[1]) u. s. w. Ob die chemische Zusammensetzung des Bodens von Einfluss ist, wollen wir dahin gestellt sein lassen. Immerhin scheint die Mumificirung, wenn sie auch allerwärts beobachtet wird, doch an bestimmten Orten mit besonderer Vorliebe sich zu ereignen, so in verschiedenen Oertlichkeiten Piemonts, wie Demaria angibt.[2]) — Bekannt dagegen ist die mumificirende Wirkung des Arsens und anderer chemischer Agentien, worauf verschiedene Einbalsamirungsmethoden gegründet sind.

Vom hygienischen Standpunkt aus betrachtet, bringt die Mumification der Leichen keine erheblichen Nachtheile mit sich, denn es findet bei ihr nur ein äusserst langsamer Zerfall statt, jedenfalls ohne Mitwirkung der Fäulnisspilze, und es werden Luft, Wasser und Boden nur in sehr geringfügiger Weise verunreinigt. Anders dagegen verhält sich die Sache öconomisch betrachtet, indem wegen der langen Dauer der Zersetzung bei häufigem Vorkommen der Mumienbildung ungemein grosse Areale zu Begräbnissplätzen nothwendig werden müssen.

Eine andere Art der Umwandlung der Leichen ist diejenige, welche man als Adipocire-, Leichenwachs-, Fettwachsbildung oder Saponification bezeichnet. Sie tritt vorzugsweise auf bei Leichen, die im Wasser liegen, indess kommt sie auch in sehr feuchten Gräbern, z. B. in nassem Thon oder mit cementirten Wänden vor, so dass die Einwirkung von Wasser auf die Leichen und der Mangel von Luft als unbedingt nothwendige Bedingungen zu ihrem Zustandekommen erscheinen. Unter anderen, abgesehen von den eben genannten, unbekannten Bedingungen findet aber bei manchen Leichen ebenfalls eine Umwandlung in Adipocire statt. So ereignet sie sich zuweilen in hermetisch schliessenden Särgen. Mit besonderer Vorliebe scheint sie sich auf alten Kirchhöfen zu entwickeln, in welchen durch lange fortgesetztes, massenhaftes Begraben mit kurzem Begräbnissturnus, der Boden mit Zersetzungsproducten

1) Wernher, Die Bestattung der Todten. Giessen 1880. S. 74.

2) Casper, Handbuch der gerichtl. Medicin. 5. Aufl. 2. Bd. S. 45.

stark imprägnirt ist. Dafür sprechen die Beobachtungen auf den uralten Kirchhöfen von Paris und London, in welchen man seit Jahrhunderten Leichen auf Leichen gehäuft hat. Am bekanntesten ist in dieser Beziehung der cimetière des innocents in Paris geworden, welcher hauptsächlich die Aufmerksamkeit auf den Vorgang der Leichenwachsbildung gelenkt hat, da man beim Beginn seiner Räumung im Jahre 1785 eine grosse Menge Fettwachsleichen entdeckte. Dass sich die Bedingungen für die Leichenwachsbildung im Boden oft allmählich erst ausbilden können, dafür spricht folgende Thatsache, welche von Wernher[1]) angeführt wird: In der Armenabtheilung des père la chaise in Paris werden die Leichen in einer gemeinschaftlichen Traverse, Körper an Körper 1½ Meter tief eingescharrt und 5 Jahre unberührt gelassen. Nach Ablauf dieser Zeit erwartet man, dass die Weichtheile von den Knochen völlig weggefault sind. Diese werden entfernt und die Traverse von vorne von Neuem belegt. Die Beobachtung hat nun ergeben, dass beim ersten Turnus nur noch die Skelette vorhanden sind, beim zweiten waren die Leichen theilweise in Fettwachs verwandelt, beim dritten alle.

Die Umwandlung ganzer Leichen in Adipocire erfolgt ausser im Wasser vorzugsweise in Massengräbern; in Einzelngräbern ist sie meist nur eine unvollständige und es werden nur grössere oder kleinere Partien einer Leiche adipocirt. Indessen kommt doch auch hier der Uebergang ganzer Leichen in Adipocire vor, wie Kratter[2]) beobachtet hat. Es gelang ihm auf dem St. Petersfriedhof in Graz, auf welchem die Leichenwachsbildung ein geradezu häufiges Vorkommen ist, im Verlaufe eines Jahres bei den Exhumationen etwa 10 Fälle zu constatiren, bei welchen Fettwachsbildung der weitaus grössten Theile des Körpers stattgefunden hatte. Zwei von diesen Cadavern zeigten geradezu vollständige Adipocirung, denn es fehlten nur die Hände und Füsse, während bei den anderen meist auch der Kopf und Hals, die Vorderarme und Unterschenkel nicht vorhanden waren.

Bei der Fettwachsbildung werden die Leichentheile in eine weisse oder grauweisse, homogene, leicht zerbröckelnde Masse umgewandelt, die auf der Schnittfläche Fettglanz zeigt, sich fettig anfühlt, zwischen den Fingern kneten lässt, in der Hitze schmilzt und entweder gar keinen oder einen dumpf-moderigen Geruch von sich gibt. Die Masse ist oft so fest, dass sie beim Anstossen tönt.

1) Wernher, Die Bestattung der Todten. Giessen 1880. S. 71.

2) Ueber das Vorkommen von Adipocire auf Friedhöfen. Mittheilungen des Vereins der Aerzte in Steiermark für das Vereinsjahr 1878.

Nach der Darstellung von Kratter[1]), die um so mehr von Bedeutung ist, als die Auffindung ganzer Adipocireleichen eine Seltenheit ist und die sonstigen Schilderungen sich mit Ausnahme jener von Orfila[2]) auf aus dem Wasser gezogene Leichen beziehen, zeigten die von ihm untersuchten, im Boden entstandenen Fettwachsleichen (s. o.) folgendes Aussehen: Die Körper waren plattgedrückt, wie durch das Aufliegen einer schweren Last; hie und da zeigten sich Abdrücke von dem Gewebe der Leibwäsche, so besonders häufig an den Hüften und am Gesässe. Bei einzelnen waren, festangeklebt an die Substanz der Cadaver, morsche Reste von Kleidungsstücken vorhanden. Die ganze Oberfläche war mit Erde, die oft ziemlich fest anhaftete, beschmutzt. Schabte man mit einem Scalpell die anhaftende Erde ab, so stiess man auf eine, manchesmal kreideweisse, krümelige Substanz, die zwischen der braunschwarzen Erde zum Vorschein kam, wodurch letztere ein Ansehen erhielt, als ob sie mit gelöschtem Kalk versetzt wäre. Die äusseren Formen waren überall wohl erhalten, so dass die einzelnen Körperpartien ganz leicht erkannt werden konnten. Schnitt man durch die Massen gegen den Knochen zu ein, z. B. an den Oberarmen und Oberschenkeln, so war in den tieferen Theilen die Substanz nicht selten etwas röthlichgelb gefärbt, und liess häufig noch durch ein längsstreifiges Gefüge, sowie durch zahlreiche Maschenräume das ursprüngliche Muskelgewebe mit den vielen Fascien und bindegewebigen Septis erkennen; allenthalben aber lag die Substanz den Knochen an, welche jedoch wegen der gänzlich zerstörten Gelenkverbindungen und des fehlenden Periosts ziemlich leicht daraus entfernt werden konnten. Aus demselben Grunde war auch in den beiden Fällen, wo der Kopf noch vorhanden war, derselbe in seinen Verbindungen vollkommen vom Rumpfe losgelöst und konnte einfach weggenommen werden, wobei die oberen Halswirbel mechanisch durch die Adipociremassen des Hinterkopfes und Genicks an ihm hängen blieben.

Die Untersuchung der einzelnen Körperpartieen ergab Folgendes: Am Kopf, entsprechend der behaarten Kopfhaut eine mässige Lage von Fettwachs, an welchem Haare klebten. In den Augenhöhlen staken Klümpchen weissen Adipocires; desgleichen war der Wangengegend entsprechend eine mässige Lage desselben vorhanden. Das Brustbein an die Wirbelsäule gedrückt. Die herabhängenden

1) Ueber das Vorkommen von Adipocire auf Friedhöfen. Mittheilungen des Vereins der Aerzte in Steiermark für das Vereinsjahr 1878.

2) Orfila u. Lesueur, Handbuch zum Gebrauch bei gerichtl. Ausgrabungen etc. Uebersetzt v. Güntz. Leipzig 1832. 1. Th. S. 309.

und einander stark genäherten Rippen zum Theil blos mit Erdreich bedeckt, staken an den Seitenpartieen des Thorax und nach hinten zu in gleicher Masse und drückten sich in derselben ab. Von den Lungen und den Eingeweiden des Mittelfellraumes nur einige bandartige, geschrumpfte, in ihrer Genese nicht mehr genau erkennbare Reste vorhanden; an der dem Herzen entsprechenden Stelle meistentheils ein fast faustgrosser Fettwachsklumpen vorhanden; in den wohl ausgebildeten Fällen war das Herz mit Resten der Vorhöfe und grossen Gefässe ganz wohl erkennbar und bildeten dessen vordere und hintere Wand, sowie das Septum der ursprünglichen Dicke des Herzfleisches entsprechende Adipociremassen. Die Bauchhöhle stets eröffnet. Von den Baucheingeweiden (und zwar nicht constant), der Leber entsprechend, ein unregelmässiger, wachsgelber Adipocireklumpen, im Uebrigen hie und da bandartig verschrumpfte, lederartige Reste der grossen Abdominalgefässe und einzelner Darmpartieen vorhanden; in einem Falle war die Harnblase in Form einer aufgeblasenen, über mannsfaustgrossen, leeren vertrockneten pergamentartigen Blase vorhanden; die Sexualien fehlten. Die Bauchdecken, die Haut und Musculatur des Rückens, des Gesässes, der Ober- und Unterschenkel bis an die Knochen in der bereits oben geschilderten Weise umgewandelt.

Ueber den Process, welcher bei der Adipocirebildung vor sich geht und die Frage, welche Gewebe sich daran betheiligen, gehen die Ansichten bis in die neueste Zeit weit auseinander. Von der einen Seite wird behauptet, dass nur das im Körper schon vorhandene Fett eine Umwandlung erfährt, während von der anderen Seite die Anschauung verfochten wird, dass auch die übrigen Weichtheile des Körpers, in specie die Muskeln, in Leichenwachs verwandelt werden können, dass also bei diesem Vorgang eine Umwandlung von Eiweiss in Fett statt haben kann. Diese Streitfrage ist im Princip durch die Untersuchungen von Kratter[1]), besonders durch seine vor Kurzem veröffentlichte experimentelle Arbeit[2]) entschieden worden und zwar zu Gunsten der letzteren Theorie. Es soll damit nicht gesagt sein, dass die entgegenstehenden Beobachtungen unrichtig seien; es sind noch in der jüngsten Zeit derartige veröffentlicht worden, welche gewiss allen Anspruch auf Glaubwürdigkeit

1) Ueber das Vorkommen von Adipocire auf Friedhöfen. Mittheilungen des Vereins der Aerzte in Steiermark für das Vereinsjahr 1878.

2) Studien über Adipocire. Zeitschrift f. Biologie. Bd. 16. S. 455. In dieser Arbeit ist die ganze einschlägige Literatur angeführt.

besitzen [1]); allein es ist zu bedenken, dass die Bedingungen nur selten so günstig sind, dass eine vollständige Adipocirung ganzer Leichen erfolgt. In den meisten Fällen, wo an einer Leiche Adipocire gefunden wird, handelt es sich daher nur um eine unvollständige Umwandlung in Leichenwachs. Wie aus den Experimenten von Kratter [2]) sich ergibt erfolgt diese Umwandlung, unabhängig von einander, in der Haut, im Unterhautzellgewebe, im Knochen und in den Muskeln, allein sie beginnt in den Muskeln erst viel später und zwar nie vor Ablauf des 3. Monates. Ausserdem scheinen die Muskeln eine geringere Neigung zum Uebergang in Leichenwachs zu haben als das Fettgewebe und die Haut. Es lässt sich somit leicht einsehen, dass unter Umständen, und weil die Bedingungen meist nicht günstig genug sind, sogar weitaus in der Mehrzahl der Fälle, nur das Fettgewebe in Adipocire verwandelt wird, während die Musculatur der Fäulniss anheimfällt. Aus demselben Grund findet auch nur äusserst selten ein Uebergang innerer Organe, mit Ausnahme des Gehirnes, in Fettwachs statt. Die Fäulniss der Leichen geht bekanntlich vom Darmkanal aus und ergreift in erster Linie die Organe der Bauch- und Brusthöhle. Es werden diese Organe daher gewöhnlich schon durch die Fäulniss ganz oder grösstentheils zerstört sein, ehe die Bedingungen, unter deren Einfluss die Adipocirebildung erfolgt, genügende Zeit gehabt haben ihre conservirende Wirksamkeit zur Geltung zu bringen. Dass aber auch die Eingeweide in der That in Adipocire verwandelt werden können, dies beweist eine ganze, vollständig adipocirte Lunge eines Hirsches, die sich im Besitz von Herrn Professor Voit in München befindet. Dieselbe hat sich im Wasser in Fettwachs verwandelt. Mit dem Mikroskop ist noch ziemlich deutlich der alveoläre Bau zu erkennen.

Bei seinen Versuchen, Adipocire experimentell zu erzeugen, fand Kratter, dass der Process vor sich geht, sowohl im destillirten, wie im Brunnen- oder Flusswasser und dass auch bei möglichster Beschränkung des Luftzutritts die Adipocirebildung in wesentlich gleicher Weise vor sich geht, nur vielleicht etwas langsamer, während das Stadium der Fäulniss, welches ihr immer vorhergeht, etwas verkürzt ist. Dagegen ist es bis jetzt auf experimentellem Wege noch niemals gelungen, ganz fettfreies Muskelfleisch in Fettwachs

1) Wiener med. Wochenschrift. 1879. No. 5, 6, 7 berichtet E. Hofmann über zwei Wasserleichen, die theilweise in Adipocire verwandelt waren. — 11. Jahresbericht des Landes-Medicinal-Collegiums über das Medicinalwesen im Königreich Sachsen auf das Jahr 1879. Leipzig 1881. F. C. W. Vogel. S. 165.

2) Zeitschrift f. Biologie. Bd. 16. S. 455.

überzuführen. Es scheint demnach das Fett eine ganz wesentliche Rolle bei diesem Umwandlungsprocess zu spielen, womit auch die Erfahrung übereinstimmt, dass die Verwandlung in Adipocire um so leichter erfolgt, je fetter eine Leiche ist. Ob die Leichenwachsbildung unter der Einwirkung eines specifischen Ferments erfolgt, wird wohl noch für längere Zeit eine offene Frage bleiben; Kratter (a. a. O.) hält es für nicht unwahrscheinlich, dass eine derartige Ursache vorhanden ist.

Hauptsächlich nehmen an der Umwandlung Theil, wie Kratter (a. a. O.) angibt: die Haut, das Unterhautzellgewebe, die Muskeln und die Knochen, doch können auch alle übrigen Organe daran participiren. Dass bei den Muskeln in der That ein Uebergang von Eiweiss in Fett statthat, wie dies schon früher von Quain und Virchow angegeben, von Wetherill und Anderen dagegen bestritten wurde, die behaupten, dass nur das am Körper schon vorhandene Fett das Adipocire abgebe, ja dass sogar ein kleiner Theil des ursprünglichen Fettes bei der Fäulniss zu Grunde gehe, ergibt sich aus den Untersuchungen von Kratter mit Sicherheit. Es lässt sich, wenigstens während der Bildungszeit, deutlich makroskopisch die Längsfaserung an den muskulösen Theilen erkennen; Kratter[1]) hat auch an einer wohlausgebildeten Adipocireleiche ein Herz gefunden, welches seiner ganzen Substanz nach in Leichenfett umgewandelt war, mit wohlausgebildeten Ventrikeln, Vorhöfen und Gefässresten. Noch beweisender aber sind seine mikroskopischen Befunde, denn es gelang ihm, Muskelpartien zu finden, welche theilweise die Querstreifung noch ganz deutlich zeigten, während an anderen Stellen desselben Präparats die Querstreifung nur mehr undeutlich war, die Längsbündel vielmehr aus einer homogenen, wolkigen Masse mit hier und da eingestreuten Büscheln radiär gestellter nadelförmiger Kryställchen bestanden und noch andere Partien bereits die Umwandlung in eine schollige, klumpige Masse erreicht hatten, die er als Schollenreihen bezeichnet. Nicht selten waren an einem Schnitte die verschiedenen Bilder vereinigt, so dass man den Uebergang von noch wahrnehmbarer Querstreifung in eine homogene wolkige, noch nicht in Schollen zerfallene Masse und von dieser in die Schollenreihen beobachten konnte. Noch deutlicher zeigte sich das Vorhandensein verschiedener Stadien der Umwandlung an derselben Fibrille an entfetteten Präparaten.

1) Ueber das Vorkommen von Adipocire auf Friedhöfen. Mittheilungen des Vereins der Aerzte in Steiermark für das Vereinsjahr 1878.

Von den Knochen nimmt besonders das Knochenmark in hervorragender Weise an der Umwandlung in Leichenwachs Theil. Merkwürdig ist eine von Kratter[1]) besonders hervorgehobene Erscheinung, nämlich die Erweichung der Knochen. Dieselben können so weich werden, dass sie sich mit einem gewöhnlichen Messer schneiden lassen. Das in den Knochen befindliche Adipocire unterscheidet sich durch die kreideweisse Farbe, die grosse Sprödigkeit und Brüchigkeit und die relative Trockenheit, auch durch seine relative Schwerlöslichkeit in Alkohol und Aether von dem Adipocire anderer Gewebe.

Von der Haut ist am fertigen Fettwachs nur die Lederhaut und das Unterhautzellgewebe vorhanden, die eigentliche Epidermis und das Rete Malpighi werden im Anfang des Processes durch Fäulniss abgehoben und nehmen nicht an der Verfettung Theil. Sowohl das Fettgewebe als die Lederhaut zeigen aber die Umwandlung in Adipocire.

Kratter (a. a. O.) fasst die Resultate seiner mikroskopischen Untersuchungen folgendermassen zusammen: „1. In allen untersuchten Partien des Adipocires, d. h. an der Haut, dem Fettgewebe, den Knochen und den Muskeln lassen sich einerseits noch unzweifelhafte Reste der ursprünglichen Textur in mehr oder weniger veränderter Form auffinden, andererseits ahmt die Fettsubstanz selbst noch häufig in groben Zügen die Formen jener Texturelemente nach, aus denen sie hervorgegangen ist, so dass man mit voller Berechtigung verschiedene Arten des Fettwachses nach der histologischen Grundlage unterscheiden kann, wie das Haut-, Fettgewebs-, Knochen- und Muskeladipocire: Arten, für welche ausser der Differenz des mikroskopischen Verhaltens auch eine abweichende chemische Zusammensetzung nicht ganz unwahrscheinlich ist. 2. Von besonderer Wesenheit scheint der erbrachte Nachweis von Muskelresten im Adipocire und die Auffindung gewisser Uebergangsformen zu sein. Soweit es möglich ist, eine physiologisch-chemische Frage durch mikroskopische Untersuchung zu lösen, glaube ich es durch diesen Nachweis gethan zu haben. Die Details der gemachten Wahrnehmungen führen mit logischer Nothwendigkeit darauf hin anzunehmen, dass in der That Eiweisssubstanzen in Fettwachs umgewandelt werden."

Was die chemische Zusammensetzung des Adipocires betrifft, so finden sich darüber in der Literatur nur spärliche Angaben. Wetherill[2]) untersuchte Adipocire von Schafen, die etwa 10 Jahre in

1) Zeitschr. f. Biologie. 16. Bd.

2) Transact. of the Americ. Philos. Society. Vol. XI. Im Auszug im Journal für prakt. Chemie. 68. Bd. 1856. S. 26.

feuchter Erde gelegen waren, ferner solches von Menschen, von welchen das eine 15, das andere 5—6 Jahre alt war und endlich fossiles Adipocire von einem Bison americanus. Er gibt die Zusammensetzung folgendermassen an:

Das Adipocire der Schafe bestand in 100 Theilen aus:

Festen fetten Säuren	94,2
Membranen und Zellgewebe . .	2,3
Asche und Schmutz	3,5.

Das durchfiltrirte geschmolzene Fett enthielt 0,73% einer dunkeln Asche (hauptsächlich Kalk dann Eisen).

Das menschliche Leichenfett enthielt in 100 Theilen:

	Nr. 1.	Nr. 2.
Fette, Farbstoff und Wasser	97,8	97,3
Gewebe	2,2	2,7.

Bei der Verseifung der Fette zeigte sich weder Ammoniak, noch Cholestearin, noch Glycerin. Im Fett wurde Margarin- und Palmitinsäure nachgewiesen.

Das fossile Fett bestand aus;

Fett nebst etwas Farbstoff	86,31%
Kalk und Spuren phosphors. Kalks .	10,10%
Flockige organische Substanz . . .	3,59%

oder nach Abzug der organischen Substanz aus:

Fetter Säure	89,5%
Kalkerde	10,5%.

Demnach scheint das fossile Adipocire ein neutrales Kalksalz der gewöhnlichen Fettsäuren des Talges zu sein.

Gregory[1]) untersuchte die Fettmasse, in welche ein 15 Jahre in feuchter Erde vergrabenes Schwein sich unter Verschwinden der Knochen verwandelt hatte. Die Masse war wachsartig, an verschiedenen Stellen von ungleichem (1,5—3,5%) Gehalt an Asche (kohlensaurer Kalk) und bestand zu 1/4 aus Stearinsäure, zu 3/4 aus Margarinsäure und Oelsäure.

Ebert[2]) verseifte Leichenwachs mit Kali (wobei 1% Ammoniak entweicht und ein unlöslicher Rückstand von ca. 6% Gewebsmasse etc. blieb). Die Hauptmasse des Leichenwachses besteht aus Palmitinsäure, in bedeutend geringerer Menge war Margarinsäure vorhanden; er fand auch Oxymargarinsäure. Die Prüfung auf Oelsäure ergab ein negatives Resultat.

Aus den Resultaten dieser Untersuchungen lässt sich der Schluss ziehen, welchen auch Kratter zieht, dass die Zusammensetzung des

1) Ann. Chem. Pharm. LXI, 362 referirt im Jahresberichte über die Fortschritte in der Chemie f. 1847 u. 1848.

2) Berichte der deutschen chem. Gesellschaft 1875. S. 775.

Adipocires keine ganz constante ist. Jedenfalls scheint nicht in allen Fällen eine eigentliche Seifenbildung stattzuhaben, namentlich nicht immer von Ammoniakseife, sondern unter Umständen auch von Kalkseife, oder es finden sich die Fettsäuren frei, nicht an eine Basis gebunden.

Beim Verlauf der Adipocirebildung unterscheidet Kratter[1]) nach seinen experimentellen Beobachtungen 3 Stadien. Im ersten Stadium sind deutliche Fäulnisserscheinungen vorhanden: die Epidermis und das Rete Malpighi und mit ihnen Haare und Nägel lösen sich von der Lederhaut ab, können aber bei Leichen, die nicht im Wasser liegen, später wieder angeklebt werden; es findet ferner starke Entwicklung von Fäulnissgasen statt. Kratter nennt daher diesen ersten Abschnitt das Stadium der Fäulniss oder das Vorstadium. Es dauerte bei seinen Versuchen in keinem Falle weniger als drei Wochen und war am Ende der vierten Woche überall beendet. Es kann demnach die vierte Woche als der kürzeste Termin betrachtet werden, in welchem der Process der Adipocirung beginnt. Es stimmen damit auch die Beobachtungen von Casper und Taylor überein. Das zweite Stadium bezeichnet Kratter als die Periode der beginnenden Verseifung oder auch als die Periode der Saponification der Fettsubstanzen. In diesem Stadium vollzieht sich gleichzeitig nebeneinander her die Umwandlung des Unterhautzellgewebes, der Haut und des Knochenmarks, und Kratter hebt die Thatsache hervor, dass zu der Zeit, wo die Umwandlung der Haut perfect erscheint, auch jene des Knochenmarks als ziemlich vollendet angesehen werden kann. Die erste wahrnehmbare Erscheinung der beginnenden Adipocirung ist eine Starre des Fettgewebes. Die Umwandlung beginnt in den tiefsten Schichten des Unterhautfettgewebes und schreitet von da nach aussen gegen die Haut zu fort. — Erst im dritten Stadium beginnt die Umwandlung der Musculatur, und Kratter nennt es daher die Periode der Verseifung der Eiweisssubstanzen. Nach Kratter's Beobachtungen war niemals vor Ablauf des dritten Monats deutliche Adipocirebildung an den Muskeln wahrzunehmen, in vielen Fällen trat diese in noch späterer Zeit auf. Der Verlauf des Uebergangs der Muskeln in Leichenwachs scheint ein langsamerer zu sein, als jener der Fettsubstanzen. An einer nach $^5/_4$ Jahren aus dem Wasser gezogenen Leiche einer 50jährigen Frau, die grossentheils in Fettwachs verwandelt war, fand Kratter Theile der tiefer gelegenen Muscu-

1) Zeitschrift f. Biologie. Bd. 16.

culatur der Oberschenkel und selbst an den Bauchdecken noch nicht völlig in Adipocire übergegangen. Der Process schreitet bei den Muskeln von den oberflächlichen Schichten gegen den Knochen zu fort, also umgekehrt wie beim Fettgewebe. Da es sich auch bei der Haut um eine Umwandlung von Eiweisssubstanzen in Fett handelt, so ist es erklärlich, dass die Vollendung dieses Processes in der Haut in eine Zeit fällt, in welcher die Musculatur bereits im Fettumsatz begriffen ist.

Wie von der Mumification, so sind auch von der Adipocirebildung hygienisch keine üblen Folgen zu befürchten, indessen entspricht ein Begräbnissplatz, wo sich dieselbe häufig ereignet, nicht den Anforderungen, welche an ihn gestellt werden müssen, nämlich einer möglichst raschen und vollständigen Ueberführung der todten organischen Massen in anorganische Verbindungen. Ob die Befürchtung, dass sich einst die Industrie des Adipocires bemächtigen und die Nachkommenschaft ihre Ahnen vielleicht zur Strassenbeleuchtung oder zum Wagenschmieren benutzen könnte, gerechtfertigt ist, wollen wir dahingestellt sein lassen. Immerhin ist diese Befürchtung ausgesprochen worden und Küchenmeister[1]) erzählt einen Fall, wo wirklich die Verwendung von Leichenfett zu ähnlichen Zwecken seitens einer industriellen Todtengräbersfrau stattgefunden hat. Es müssen daher schon aus Rücksichten der Aesthetik und der Pietät Orte, welche die Adipocirung begünstigen, als Begräbnissplätze vermieden oder als solche aufgegeben werden.

Die morphologischen Erscheinungen bei der Leichenzersetzung können hier nur ganz kurz skizzirt werden. Als die ersten Symptome sind die sog. Todtenflecken (Hypostasen) und die Leichenstarre zu nennen, hierauf bildet sich eine grünliche Färbung der Bauchdecken aus, welche sich bald über den ganzen Unterleib und die Geschlechtstheile ausbreitet, dann auch an anderen Körperstellen auftritt, bis zuletzt die ganze Leiche eine froschgrüne Farbe (Casper) zeigt, die aber an manchen Stellen durch ein blutrothbraune ersetzt wird. Bald auch macht sich die Entwickelung der Fäulnissgase bemerkbar. Der Unterleib, von welchem die Fäulniss auszugehen pflegt, wird mehr und mehr aufgetrieben, bis er ganz kugelförmig hervorgewölbt ist, ebenso erscheint auch die Brust deutlich künstlich gewölbt. Zur gleichen Zeit wird meist auch die Haut blasenförmig aufgehoben, und schliesslich erscheint das ganze Zellgewebe wie aufgeblasen. Nun folgt das Stadium der colliquativen

---

1) Zeitschr. f. Epidemiologie 1875. 2. Bd. 1. Heft. S. 47.

Erweichung. Die Bedeckungen der Höhlen sind durch die fortdauernde Gasentwickelung zersprengt, Bauch- und Brusthöhle liegen offen da. Alle Weichtheile sind in breiiger Erweichung, die Extremitätenknochen häufig aus ihren Gelenken gelöst. Dieses Stadium kann längere oder kürzere Zeit dauern, worauf dann die Austrocknung und die Schimmelbildung beginnt, welche meist fortdauert, bis von der Leiche nichts mehr übrig ist als die Knochen und eine kleine Menge humusartiger Substanz.

Die Reihenfolge, in welcher die Organe der Fäulniss verfallen, ist ungefähr folgende [1]): Zuerst zeigen sich Fäulnisserscheinungen an der Luftröhre und dem Kehlkopf, dann folgen Magen und Darm, hierauf die Milz, dann Netz und Gekröse, weiter die Leber. Erst jetzt beginnt bei Erwachsenen die Fäulniss des Gehirns, während dieses Organ bei Neugeborenen schon sehr bald in Zersetzung übergeht. In manchen Fällen jedoch widersteht das Gehirn der Fäulniss in ganz auffallender Weise, oder es schreitet die Zersetzung desselben ungemein langsam vorwärts. Beispiele dafür, dass noch Ueberreste des Gehirns bei einer Leiche vorhanden waren, deren Weichtheile sonst vollkommen verschwunden sind, finden sich von Moser [2]) und Reinhard [3]) angegeben. Viel länger als die bis jetzt aufgezählten Organe widerstehen Herz und Lungen der Fäulniss, dann folgen die Nieren, die Harnblase, die Speiseröhre, das Pankreas, das Zwerchfell und die grossen Blutgefässe. Am allerlängsten bleibt der Uterus intact. Dies ist noch der Fall, wenn alle übrigen Organe schon sehr weit in der Fäulniss vorgeschritten sind.

III.

Einfluss der Leichenzersetzung auf die menschliche Gesundheit.

Es liegt in der Natur des Menschen, dass er Alles, was auf seine Sinne einen unangenehmen, widerlichen Eindruck macht, mit misstrauischen Augen betrachtet und instinctiv eine Abneigung dagegen verspürt. Insbesondere aber sind es hässliche Geruchsempfin-

1) Vgl. Casper, Praktisches Handbuch der gerichtl. Medicin. 5. Aufl. 2. Bd.

2) Aerztliches Intelligenzblatt 1866. S. 50 ff.

3) Beobachtungen über die Zersetzungsvorgänge in den Gräbern und Grüften der Friedhöfe, zusammengestellt von Dr. H. Reinhard. 11. Jahresbericht des Landes-Medicinal-Collegiums über das Medicinalwesen in Sachsen auf das Jahr 1879. Leipzig 1881. F. C. W. Vogel. S. 148—181.

dungen, welche den Gedanken wachrufen, dass der stinkende Körper eine nachtheilige Wirkung auf die Gesundheit ausüben könnte. Es war daher sehr nahe liegend, dass schon seit alter Zeit die bei der Fäulniss der Leichen entstehenden Producte als etwas der menschlichen Gesundheit Feindliches angesehen wurden. Aus diesem Grunde war es auch natürlich, dass man, seitdem sich die Medicin mit der Verhütung der Krankheiten beschäftigt, das Augenmerk auf die Leichenzersetzung gerichtet hat, und dass es in erster Linie die übelriechenden, gasförmigen Erzeugnisse waren, welche als gefährliche Stoffe in Anspruch genommen wurden. Es erhoben sich indess bald Stimmen, welche die gehegten Befürchtungen für übertrieben erklärten und die Ansicht vertraten, dass den bei der Leichenzersetzung entstehenden Stoffen nur so geringe Bedeutung beizulegen sei, dass sie kaum einer ernstlichen Beachtung werth wären. Die Folge dieser sich direct entgegenstehenden Meinungen war eine langwierige Discussion, und die Streitfrage, ob von der Leichenzersetzung im Boden ein schädlicher Einfluss auf die Gesundheit zu befürchten sei oder nicht, hat bis in die jüngste Zeit die Gemüther lebhaft beschäftigt. Die Frage hat sich schliesslich dahin zugespitzt, dass von der einen Seite soweit gegangen wird, das Begraben der Leichen als eine, die menschliche Gesundheit im hohen Grade gefährdende, die Erzeugung von Krankheiten ungemein befördernde Procedur vollständig verpönt und die Leichenverbrennung als das einzige Rettungmittel hingestellt wird, während von der anderen Seite die Gefahr als eine sehr geringe, durch geeignete Maassregeln leicht zu verhütende bezeichnet wird.

Um sich in dieser Angelegenheit ein entschiedenes Urtheil bilden zu können, ist es nothwendig sich vorurtheilsfrei auf den Boden der Thatsachen zu stellen und von diesem Standpunkt aus vor Allem folgende Fragen zu beantworten: 1. Welcher Art sind die Gefahren, welche uns von den Leichen drohen, und 2. auf welchen Wegen können sie uns Schaden für die Gesundheit bringen, resp. durch welche Medien erfolgt die Vermittelung der krankmachenden Agentien in unseren Körper.

Was die erste Frage anlangt, so haben wir Viererlei zu berücksichtigen: 1. Die bei der Leichenzersetzung sich bildenden gasförmigen Producte, 2. ebendabei entstehende feste Verbindungen, 3. Mikroorganismen und 4. die Verunreinigung des Bodens mit animalischen Fäulnissstoffen.

Es unterliegt keinem Zweifel, dass sich bei der Zersetzung der Leichen G a s e entwickeln, welche auf den lebenden menschlichen

Organismus giftig wirken. Es sind dies, wenn wir von den höher zusammengesetzten Verbindungen absehen, über deren Vorkommen, Zusammensetzung und Wirkungsweise wir noch vielfach im Unklaren uns befinden, und die theils aus flüchtigen, aromatischen Verbindungen, wie Indol, Skatol u. s. w., theils aus flüchtigen Fettsäuren oder Kohlenwasserstoffen bestehen, vorzüglich Kohlensäure, Ammoniak, Schwefelwasserstoff und Schwefelammonium.

Nicht minder feststehend ist das Auftreten fixer, giftiger Körper. Die Todesfälle in Folge von Infection mit sog. Leichengift sind leider zu häufig, als dass sich über ihr Vorkommen irgend ein Zweifel erheben könnte. Schon den Ureinwohnern von Peru war die Thatsache bekannt, dass sich bei der Fäulniss der Leichen giftige Stoffe bilden, welche auf den Menschen eine tödtliche Wirkung ausüben, und sie machten sich diese Kenntniss zu Nutzen, indem sie ihre Pfeile mit der von den Leichnamen ihrer Kampfgenossen abträufelnden Jauche benetzten, um sich der tödtlichen Wirkung derselben zu vergewissern.[1]) Analoga des Leichengiftes finden wir in den ebenfalls bei der Fäulniss animalischer Substanzen sich bildenden Giften: dem Wurstgift, Käsegift, Fischgift. Ueber das Wesen und die Wirkungsweise des Leichengifts sind schon seit mehr als einem Jahrhundert, seit der Zeit A. v. Haller's, Untersuchungen und auch Versuche an Thieren angestellt worden. Erst in der jüngsten Zeit jedoch haben dieselben zu Resultaten geführt, aus welchen sich positive Schlüsse ziehen lassen. Die Ergebnisse der Forschungen über das Wesen des Leichengiftes oder putriden Giftes lassen sich jetzt wohl dahin resumiren, dass es sich dabei um zweierlei Arten von Giften handelt, welche sich durch die Art ihrer Wirkung und durch ihre Natur unterscheiden. Unter allen Verhältnissen bildet sich bei der Fäulniss animalischer Stoffe ein Gift, welches die Erscheinungen der septischen Infection bewirkt, und es sind, wie sich mit grosser Wahrscheinlichkeit behaupten lässt, die Fäulnisspilze als das giftige Princip anzusehen. Wie es scheint nur unter bestimmten Verhältnissen, welche jedoch nicht näher bekannt sind, entwickelt sich aber noch ein anderes Gift, welches chemischen Charakter besitzt und die Wirkungen, entweder eines toxischen oder eines narkotischen Alcaloids hervorbringt. Die Versuche dasselbe zu isoliren sind insofern von Erfolg gekrönt worden, als es verschiedenen Forschern gelungen ist aus faulenden menschlichen oder thierischen Geweben Körper darzustellen, welche die oben angegebenen Eigenschaften

---

1) Riecke, Ueber den Einfluss der Verwesungsdünste. Stuttgart 1840. S. 6.

zeigten. Zuerst gelang dieses Panum, der es „extractförmiges putrides Gift“, später Bergmann und Schmiedeberg, welche es „Sepsin“, dann Zülzer und Sonnenschein, die es „septisches Alcaloid“ und Hiller, der es „septisches Ferment“ nannte. Selmi[1]), welcher zuerst genauere Untersuchungen darüber anstellte, nennt die Cadaveralcaloide jetzt Ptomaïne[2]) Es findet sich unter denselben ein flüchtiges, welches schon öfters beobachtet wurde und mit dem Coniin Aehnlichkeit hat. Schon früher hat Selmi bei der Untersuchung von gefaulten oder frischen Eingeweiden auf Alcaloide eine Substanz gefunden, die sich wie ein Alcaloid verhält.[3]) Aehnliche Körper erhielten Rörsch und Fassbender.[4]) Nach den Versuchen von Bence Jones und A. Dupré findet sich im Organismus des Menschen und verschiedener Thiere eine dem Chinin ähnliche und deshalb „animalisches Chinoidin“ bezeichnete fluorescirende Substanz.[5]) Auch Schwanert[6]) beschreibt einen alcaloiden Körper, welchen er aus faulenden menschlichen Organen dargestellt hat. Die Angaben von Selmi haben eine Bestätigung erfahren durch die Arbeit von Brouardel und Boutmy[7]), die aus faulenden menschlichen und thierischen Leichen Körper extrahirten, welche mit den von Selmi Ptomaïne genannten identisch zu sein scheinen. Sie ergaben im Allgemeinen die chemischen Reactionen der vegetabilischen Alcaloide, ohne jedoch mit einem derselben ein in jeder Beziehung gleiches Verhalten zu zeigen; übrigens verhalten sie sich auch unter sich etwas different, so dass Brouardel und Boutmy die Existenz mehrerer verschiedener Ptomaïne annehmen. Sie scheinen schon sehr bald nach dem Tode zu entstehen und wirken sowohl auf Menschen wie auf Thiere giftig.

Abgesehen von den Cadaveralcaloiden werden aber bei der Leichenzersetzung noch eine Masse von Stoffen gebildet, welche, wenn sie auch nicht gerade giftig wirken, doch für den menschlichen Or-

---

1) Selmi, Sulle ptomaine od alcaloidi cadaverici etc. Bologna 1878, referirt in den Jahresberichten über die Fortschritte der Thierchemie. 8. Bd.

2) In der Revue d'hygiène et de police sanitaire 1881. tome III. No. 6. p. 533 findet sich angegeben, dass A. Gautier gegenüber Selmi bezüglich der Auffindung der Ptomaine ein Prioritätsrecht geltend macht, ebenso Lussana, Professor in Padua; der Letztere aber, wie es scheint, mit Unrecht.

3) Berichte der deutschen chem. Gesellschaft. 6. Jahrgang. S. 142.

4) Ebenda. 7. Jahrgang. S. 1064.

5) London R. Soc. Proc. XV. 73, ref. in Chemische Jahresberichte f. 1866.

6) Berichte der deutschen chem. Gesellschaft. 7. Jahrgang. S. 1332.

7) Sur le développement des alcaloides cadavériques (ptomaines). Annales d'hygiène publique. 3. Série. No. 22. Oktober 1880. S. 344.

ganismus zum Theil nicht ganz gleichgiltig sind. Sie gehören theils den pepton- oder eiweissartigen Körpern, theils den fetten Säuren an. Es kann hier nicht näher auf das Detail dieser zum Theil noch wenig bekannten Stoffe, die übrigens ungeheuer zahlreich sind, eingegangen werden, es lässt sich nur im Allgemeinen so viel sagen, dass es als eine Thatsache angesehen werden kann, dass die einfachen binären, zum Theil anorganischen Endproducte der Fäulniss, hinsichtlich ihrer toxischen Wirkung auf den lebenden thierischen oder menschlichen Organismus, viel weniger deletär sind, als die complicirteren höheren Umsetzungsproducte, oder als die faulende Substanz selbst.[1])

Ueberblicken wir die Gefahren, welche der lebenden Menschheit von den Todten drohen, so dürfen wir ausser den obenerwähnten Fäulnisspilzen auch jene Mikroorganismen nicht ausser Acht lassen, welche als die Erreger specifischer Krankheitsprocesse angesehen werden müssen. Es genügt hier auf sie als gesundheitsgefährliche Körper hingewiesen zu haben, inwieweit wir uns vor ihnen bei den Leichen zu fürchten haben, wird weiter unten zu erörtern sein.

Durch das Begraben der Todten wird dem Boden organische Substanz zugeführt, welche in ihm der Zersetzung unterliegt. Dass die Bodenverunreinigung durch organische, im Zustand der Zersetzung oder Fäulniss begriffene Stoffe Nachtheile für die Gesundheit mit sich bringt, indem sie unter Umständen gewissen fermentativen Vorgängen im Boden Vorschub leistet, darüber besteht wohl heutzutage — und dies verdanken wir mit in erster Linie den bahnbrechenden Arbeiten Pettenkofer's — kein Zweifel mehr; es beruhen ja die Bestrebungen der Reinigung und Reinerhaltung des Untergrundes, welche gegenwärtig bei allen civilisirten Völkern Gegenstand der eingehendsten Erörterungen und der sorgfältigsten Durchführung sind, auf der Erkenntniss dieser Thatsache. Gerade mit Rücksicht auf die Verunreinigung des Bodens ist aber das Begraben der Leichen als eine von hygienischen Gesichtspunkten gänzlich verwerfliche Maassregel bezeichnet und ihre fernere Ausführung aufs Lebhafteste bekämpft worden. Ob dies mit Recht geschehen ist, wird sich aus den späteren Darlegungen ergeben.

Aus dem Vorhergehenden ergibt sich mit Bestimmtheit, dass bei dem Zersetzungsprocess der Leichen gesundheitsgefährliche Producte verschiedener Art für die Ueberlebenden entstehen können. Es fragt sich nun weiter, auf welchen Wegen krankmachende Effecte dieser

1) Hiller, Die Lehre von der Fäulniss. Berlin 1879. S. 77.

Producte auf den menschlichen Organismus möglich sind, oder mit mit anderen Worten, durch welche Medien eine Vermittelung zwischen den faulenden Leichen und der Gesundheit der Lebenden hergestellt wird. Es sind deren drei: 1. die Luft, 2. das Wasser und 3. die unmittelbare Einbringung in den Organismus durch Verletzungen. Von den letzteren können wir hier, als nicht in den Bereich dieses Themas gehörig, füglich absehen; es bleibt demnach nur zu erörtern, ob durch Luft oder Wasser gesundheitsschädliche Producte von den Leichen auf die Menschen übertragen werden können, so dass sie im Stande sind Krankheiten zu erzeugen.

1. Sanitärer Einfluss der Leichenzersetzung auf dem Wege der Vermittelung durch die Luft.

Eine pathogene Einwirkung der Leichen durch die Vermittelung der Luft kann unter Umständen vorkommen, sowohl vor als nach der Beerdigung. Betrachten wir zuerst die Zeit zwischen dem Eintritt des Todes und dem Begräbniss, so lässt sich eine schädliche Wirkung nur denken durch Gase oder durch Infectionspilze. Das Erstere ist unter normalen Verhältnissen wohl nie der Fall. Es fehlt auch vollständig an Beobachtungen, die das Entstehen von Krankheiten auf diesem Wege bestätigen, und sie wären gewiss vorhanden, wenn etwas Derartiges je sich ereignet hätte. Es ist einestheils die Zeit, während deren eine Leiche noch im Sterbehaus liegt, wenigstens bei uns, auch auf dem Lande, wo meist keine Leichenhäuser existiren, eine so kurze, dass die Fäulniss für gewöhnlich noch nicht so weit vorgeschritten ist, um den Austritt gasförmiger Fäulnissproducte in grosser Menge aus der Leiche zu ermöglichen, und andererseits werden die entweichenden Gase durch Diffusion so verdünnt, dass eine Vergiftung durch sie nicht zu Stande kommt. Gar keine Gefahr in dieser Richtung besteht an Orten, wo die Leichen, meist schon wenige Stunden nach dem Tode, in die Leichenhallen übergeführt werden, in denen sie bis zum Begraben verbleiben.

Dagegen lässt sich während dieses Zeitraumes die Gefahr einer Infection von Leichen aus durch Mikroorganismen unter Umständen nicht von der Hand weisen. Es ist dies der Fall bei contagiösen Krankheiten, namentlich bei den exanthematischen, da hierbei der Infectionsstoff, der sich auf der Körperoberfläche befindet, leicht in die Luft gelangen und eingeathmet werden kann. Bei anderen contagiösen Krankheiten finden sich die Infectionskeime im Inneren des Körpers in benetztem Zustand, es ist daher nur dann die Möglichlichkeit einer Weiterverbreitung der Krankheit gegeben, wenn die

Leiche mit Excreten verunreinigt ist, welche vertrocknen und dann zerstäubt werden können. Von den Fäulnisspilzen haben wir in diesem Stadium nichts zu fürchten, denn sie befinden sich ebenfalls im benetzten Zustande und können somit nicht in die Luft gelangen, wie dies jetzt durch die Versuche von Buchner[1]) zur Evidenz sicher gestellt ist.

Mit dem Uebergang zu der Frage, ob auf dem Wege der Vermittelung der Luft gesundheitsgefährliche Wirkungen von den Leichen nach deren Beerdigung zu erwarten sind, gelangen wir zu einem der Hauptabschnitte unseres Themas. Auch hier können nur gasförmige Zersetzungsproducte oder Pilze in Betracht kommen. Beginnen wir mit den ersteren.

Bevor wir weiter auf die sanitäre Bedeutung der bei der Leichenzersetzung auftretenden gasigen Emanationen eingehen, dürfte es von Wichtigkeit sein sich vorher darüber klar zu werden, in welchen Beziehungen sich ein krankheitserregender Einfluss ihrerseits denken lässt. Dass bei der Leichenfäulniss toxisch wirkende Gase entstehen, ist schon weiter oben angegeben worden, allein dasjenige Moment, auf welches von jeher der Schwerpunkt verlegt wurde, war, dass man die Verwesungsdünste der Erzeugung bestimmter Krankheitsprocesse, namentlich von Infectionskrankheiten, beschuldigte, oder sie wenigstens als im hohen Grade dispositionsbefördernd zu Erkrankungen dieser Art ansah. Die Neuzeit hat uns einen grossen Schritt in dieser Hinsicht vorwärts thun lassen. Wir dürfen es jetzt als eine Thatsache ansehen, dass die gasförmigen Producte der Leichenfäulniss nicht im Stande sind Infectionskrankheiten direct hervorzubringen, denn, wie vorzüglich von Nägeli[2]) dargethan und hervorgehoben worden ist, die Infectionsstoffe können keine Gase sein. Es kann sich demnach die Wirkung der Fäulnissgase in Beziehung auf die Infectionskrankheiten nur in der Art bethätigen, dass sie die individuelle Disposition zu solchen Krankheitsprocessen erhöhen. Ob ihnen in der That diese Fähigkeit zukommt, darüber gehen zur Zeit die Ansichten noch auseinander, und es ist unsere Aufgabe hier, die Gründe für und wider zu erwägen und zu untersuchen, welche Anschauung die richtige sein dürfte. Die Argumente, welche in der letzten Zeit für das Vorhandensein einer gesundheitsschädlichen Wirkung der Leichengase vorgebracht worden, sind eigentlich negativer Art; sie bezeugen mehr

1) Ueber die Bedingungen des Uebergangs von Pilzen in die Luft und über die Einathmung derselben. Aerztliches Intelligenzblatt 1880. Nr. 50—52.

2) Die niederen Pilze. S. 54 u. f.

eine ahnungsvolle Scheu vor diesen Gasen, als sie auf positive Thatsachen gegründet sind. So sagt Pappenheim[1]): „Es ist möglich, dass die Leichengase, von Contagien abgesehen, nur unter besonderen Umständen sehr gefährlich werden (bei Gehalt der Leichen an gewissen Arzneistoffen u. s. w.), aber wir haben keine Ahnung von der Eigenthümlichkeit dieser Umstände, und müssen deshalb zur Zeit alle Leichengase für gefährlich erachten, wenn immer auch Hunderte durch Aufenthalt in Secirsälen, bei Ausgrabungen und unter ähnlichen Verhältnissen nicht leiden." Bei Roth und Lex[2]) heisst es: „Wenn auch die wissenschaftlichen Untersuchungen bisher kein Resultat bezüglich der gasförmigen Fäulnissproducte ergeben haben, so wird die Gesundheitspflege doch die möglichen Gefahren solcher Ausdünstungen nicht übersehen dürfen. Dieselben werden nach wie vor wesentlich für die Entfernung der Kirchhöfe von den menschlichen Wohnungen zu beachtende Gesichtspunkte bieten. Der Mangel positiver Thatsachen ist zur Zeit allerdings eine empfindliche Lücke, wenn es sich bei widerstreitenden Interessen darum handelt, einen Kirchhof von den Wohnungen der Lebenden fern zu halten. Es darf jedoch bei solchen Gelegenheiten seitens des Sanitätsdienstes die Betonung des Umstandes nicht unterlassen werden, dass der Mangel chemischer und physikalischer Nachweise durchaus nicht mit der Abwesenheit wirklicher Schädlichkeiten identisch ist." In der neuesten Zeit hat Wernich[3]) auf Grund einer bacteriologischen Erfahrung eine Hypothese aufgestellt, welche den Fäulnissgasen eine ganz wesentliche Rolle bei dem Infectionsvorgang vindicirt. Wernich hatte beobachtet, dass, wenn man eine Partie von Gefässen mit Pasteur'scher Pilznährlösung unter den nöthigen Cautelen in die nächste Nähe einer, in stinkendster Fäulniss begriffenen Substanz, eine andere Partie aber weit davon entfernt aufstellt und sie dort längere Zeit stehen lässt, die Nährlösungen alle pilzfrei bleiben. Inficirt man dagegen hierauf diese Flüssigkeiten mit Fäulnissbacterien, so erfolgt die Entwickelung der Pilze viel rascher in den Gefässen, welche in der Nähe der faulenden Substanz aufgestellt waren, als in den anderen. Aus dieser Beobachtung glaubte Wernich den Schluss ziehen zu dürfen, dass durch die Fäulnissgase der Nährboden für die Pilze günstiger gemacht werde, und dass dem analog auch im menschlichen Körper unter Umständen durch

1) Handbuch der Sanitätspolizei. 2. Aufl. Berlin 1870. 2. Bd. S. 362.

2) Handbuch der Militär-Gesundheitspflege. Berlin 1874. 2. Bd. S. 139.

3) Grundriss der Desinfectionslehre. Wien u. Leipzig 1880. Urban u. Schwarzenberg.

Fäulnissgase eine Wirkung hervorgebracht werden könne, durch welche den organisirten Krankheitskeimen die Entwickelung im Körper erleichtert, somit eine Disposition zu bestimmten Erkrankungen geschaffen würde. Dieser Hypothese ist Buchner[1]) mit grosser Entschiedenheit entgegen getreten und hat dieselbe widerlegt, indem er einerseits die physiologischen Widersprüche, an welchen sie leidet, hervorhob, andererseits aber, und dies ist wohl die Hauptsache, die bacteriologische Beobachtung Wernich's experimentell auf ihre physiologisch-chemische Ursache zurückgeführt hat. Der Grund, warum die Bacterien sich in der Nähe eines Fäulnissherdes rascher entwickeln, ist nämlich, wie Buchner dargethan hat, einfach der, dass die Pasteur'sche Lösung das bei der Fäulniss animalischer Stoffe sich entwickelnde Ammoniak absorbirt, wodurch sie eine schwach alkalische Reaction annimmt, die dem Pilzwachsthum sehr förderlich ist. Buchner erhielt bei einem Controlversuch mit der Modification, dass er statt der Fäulnissmassen Gefässe mit Aetzammoniak aufstellte, ganz denselben Erfolg, wie er sich beim Wernich'schen Versuche durch Einwirkung der Fäulnissmassen gezeigt hatte. Unseren physiologischen Kenntnissen aber widerspricht die Hypothese von Wernich dadurch, dass sie die Annahme nöthig macht, dass im Körper die Einrichtung bestehe, die Fäulnissgase irgendwo zu condensiren und festzuhalten, da eine blos vorübergehende Absorption im Blut unmöglich wirken könnte. Der Körper besitzt aber bekanntlich ganz im Gegentheil das Bestreben, alle eingeführten fremden Stoffe, namentlich alle fremden Gase, möglichst rasch wieder zur Ausscheidung zu bringen.

Man darf nach diesen Ausführungen auch eine zu Infectionskrankheiten disponirende Wirkung der gasförmigen Producte der Fäulniss, wie ich glaube, nicht annehmen, wenigstens nicht nach nur vorübergehender, kurzdauernder Einathmung derselben. Dagegen fragt es sich weiter, ob nicht vielleicht eine länger fortgesetzte Einwirkung von Leichengasen doch im Stande wäre die Gesundheit zu untergraben und entweder eine Diposition zu Erkrankungen an Infectionskrankheiten herbeizuführen, oder aber in der Weise den Organismus zu influiren, dass sich chronische, schleichende Krankheitsprocesse entwickeln. In dieser Beziehung finden sich nun in der Literatur die widersprechendsten Angaben. Nach Chadwick[2]) und dem General Board of Health[3]) sollen überfüllte

1) Aerztliches Intelligenzblatt 1880. Nr. 50—52.

2) Report on Interments in Towns, citirt bei Parkes, 5. Aufl. S. 133.

3) Report on Extramural Sepulture, 1850, citirt bei Parkes, 5. Aufl. S. 133.

Kirchhöfe Producte entwickeln, durch welche, wenn auch keine specifischen Krankheiten hervorgerufen, doch die Mortalität und Morbilität der benachbarten Bewohner gesteigert wird, in einzelnen Fällen durch Vermittelung des Trinkwassers, in anderen ohne Zweifel durch die Luftverderbniss. Riecke, der sich aufs Eingehendste mit der uns eben interessirenden Frage beschäftigt hat, führt als Beweis der Schädlichkeit der Leichengase die Thatsache an, dass der cimetière des innocents in Paris wegen seiner Gesundheitsschädlichkeit und des entsetzlichen Geruches, den er verbreitet habe, geräumt werden musste. Er gibt an, dass schon im Jahre 1554 Houlier und Fernel, und im Jahre 1738 Lemery, Geofroy und Hunaud Klagen über diesen Kirchhof erhoben und die ersteren versichert hatten, dass in Pestzeiten die Krankheit in der Nähe des cimetière de la trinité am längsten anhalte und die meisten Opfer fordere. Er citirt ferner aus einer Schrift, als deren Verfasser Vicq-d'Azyr angesehen wird, folgenden Passus: „Häufig entfärbt sich das Gesicht der jungen Leute, die in dieser Umgebung (nämlich des Kirchhofs) sich aufhalten; das Fleisch verdirbt daselbst schneller als anderwärts, und mehrere Personen konnten sich nicht an die Wohnungen in dieser Gegend gewöhnen.“ [1]) In Häusern, welche den Ausdünstungen benachbarter Kirchhöfe ausgesetzt sind, wurden sehr schwere Cholerafälle beobachtet, auch soll nach Parkes der Verlauf aller anderen Krankheiten ein besonders ungünstiger sein.[2]) Es dürfte hier auch daran zu erinnern sein, welche nachtheilige Folgen für die Gesundheit man für die Bewohner enger, schmutziger Häuser mit kleinen, schlecht ventilirten Höfen, die von sich zersetzenden Abfall- und Auswurfsstoffen erfüllt sind, fürchtet. Man hat ferner, wie besonders Pringle darthut, in vielen Feldzügen die Erfahrung gemacht, dass unter dem Einfluss der Verwesung von Pferdeleichen der Gesundheitszustand sich entschieden verschlechterte und namentlich epidemische Diarrhöe und Dysenterie auftrat. Auch die Ausbreitung des Typhus im französischen Heere vor Sebastopol bringt Reynal [3]) mit den dort in Menge faulenden Pferdeleichen in Zusammenhang.

Dagegen existirt andererseits eine grosse Reihe von Beobachtungen, welche darthun, dass Menschen lange Zeit den Emanationen faulender animalischer Körper ausgesetzt waren, ohne dass der geringste Schaden für deren Gesundheit bemerkt werden konnte. So findet sich

---

1) Riecke, Ueber den Einfluss der Verwesungsdünste. Stuttgart 1840. S. 51. Ein auch jetzt noch sehr lesenswerthes Buch.

2) Parkes, 5. Auflage. S. 133.

3) Vernois, Hygiène industrielle II. p. 60.

bei Riecke[1]) folgende Angabe von Parent Duchatelet: In die Abdeckerei von Montfaucau bei Paris wurden zur damaligen Zeit jährlich nicht weniger als 10—12000 Pferde und 25—30000 Stück kleinerer Thiere gebracht, welche grösstentheils in freier Luft verwesten, soweit sie nicht von den Hunderttausenden von Ratten, welche hier ihren Tummelplatz aufgeschlagen haben, aufgezehrt werden. Parent versichert, dass das grässliche Bild, das er von diesem Schindanger entwirft, nur einen sehr mangelhaften Begriff geben könne, de l'odeur véritablement repoussante, qui sort de ce cloaque, le plus infecte qu'il soit possible de s'imaginer. Und doch versichern die Abdecker, Herren wie Knechte, sie seien niemals krank; weit entfernt, dass ihnen die Verwesungsdünste nachtheilig seien, trügen sie vielmehr zu ihrer Gesundheit bei. Auch bieten sie wirklich nach Parent's Zeugniss ein Bild der blühendsten Gesundheit. Dasselbe gilt von ihren Frauen. Zuweilen werden ausser den regelmässigen Arbeitern, deren Väter meist schon dasselbe Geschäft betrieben haben und die in dieser inficirten Atmosphäre aufgewachsen sind, auch noch ausserordentliche verwendet, und man konnte nicht bemerken, dass die letzteren leichter erkranken als die ersteren. Alle in der Nähe wohnenden Steinbrecher, Gypshändler u. s. w. beklagen sich über den lästigen Geruch der Emanationen des Schindangers, aber sie denken nicht daran anzunehmen, dass diese ihrer Gesundheit einen Nachtheil bringen könnten. Ferner starb während der ganzen Dauer der Choleraepidemie in Paris nicht ein einziger Abdecker, ja es war nicht ein einziger auch nur unwohl.

John Snow[2]) ist nach seinen statistischen Untersuchungen zum Resultat gekommen, dass eine Beschäftigung mit stinkenden animalischen Stoffen nicht nachtheilig ist. Er berücksichtigte bei seiner Berechnung nur das männliche Geschlecht und das Alter von 20 Jahren und zog die in London lebenden Kaldaunenhändler, Talg- und Seifenfabrikanten, Knochen- und Leimsieder, Rothgerber, Fetthändler etc., im Ganzen 6943 Personen, in Betracht. Er fand dabei, dass während die Lebensaussicht der männlichen Bevölkerung im Alter von 20 Jahren in London durchschschnittlich die ist, 61 Jahre alt zu werden, die mit stinkenden animalischen Stoffen Beschäftigten Aussicht haben, ein Alter von 68 Jahren zu erreichen.

Parent-Duchatelet gibt an, dass nach der Schlacht von Paris 1814 die Cadaver von 4000 Pferden 10—12 Tage lang herumlagen, ohne dass Erkrankungen der mit der darauffolgenden Weg-

1) A. a. O. S. 16. 2) Lancet 1859.

schaffung und Verbrennung beschäftigten Leute, namentlich Typhus, oder eine Erhöhung der Mortalität in der Folge hervortraten. Aehnliches lässt sich aus dem letzten deutsch-französischen Krieg berichten. Die Zahl der in den gewaltigen Schlachten dieses Feldzugs Gefallenen berechnet sich nach Tausenden; dazu kommt noch die etwa gleich grosse Menge der todten Pferde. Die Leichen wurden in Massengräbern grossentheils nur wenig tief begraben und doch blieb der Gesundheitszustand der die Schlachtfelder umwohnenden Bevölkerung ein ganz guter.[1])

Aus diesen sich direct widersprechenden Angaben ist es unmöglich, weder für noch gegen die Gefährlichkeit der Leichengase einen Schluss zu ziehen, wir müssen uns daher noch weiter nach thatsächlichem Material umsehen, um vielleicht zu einer endlichen Entscheidung gelangen zu können. Pettenkofer[2]) hat berechnet, welch gewaltige Verdünnung die aus dem Boden eines Kirchhofes austretenden Gase erfahren und hat dabei gefunden, dass, wenn man eine Luftschicht annimmt von nur 20 Fuss (5,84 Meter) Höhe, über einem Areal von 200 Fuss im Quadrat (3407 □Meter), in welchem 556 Leichen begraben sind, so dass also auf ein Grab 72 Quadratfuss (6,13 □Meter) treffen, bei einem zehnjährigen Turnus, die Luftschicht nie mehr als ein Fünfmilliontel Leichengas enthalten kann. Dabei ist der Uebergang der organischen Substanz aus den Gräbern in die Luft als vollständig, ihre Verbreitbarkeit nur bis zu einer Höhe von 20 Fuss und die Geschwindigkeit der Luft zehnmal geringer angenommen als in der Wirklichkeit. Damit soll, wie Pettenkofer ausdrücklich hervorhebt, nicht gesagt sein, dass man trotz dieser colossalen Verdünnung der Gase nicht unter Umständen einen Kirchhof in der Nachbarschaft riecht, ebenso gut, als man Schwefelwasserstoff bei der gleichen Verdünnung mit atmosphärischer Luft noch durch den Geruch wahrnehmen kann. Pettenkofer spricht sich aber auf Grund dieser Berechnung in dem Sinne aus, dass von den Kirchhofausdünstungen direct nichts für die Gesundheit zu fürchten sei, nur indirect dadurch, dass die in der Nachbarschaft Wohnenden wegen des lästigen Geruches es vermeiden, die Fenster ihrer Wohnungen zu öffnen und ihnen auf diese Weise die Zufuhr frischer Luft verkümmert wird. Erismann[1]) fand bei seinen Untersuchungen über die Verunreinigung der Luft durch Abtrittgruben etc., dass eine

1) Ausführlicheres hierüber findet sich bei Wernher, Die Bestattung der Todten. Giessen 1880. Ricker. S. 170 u. ff.

2) Zeitschrift f. Biologie. Bd. 1. S. 55 u. ff.

3) Ebenda. Bd. 11. S. 233.

Abtrittgrube, die 18 Cubikmeter Excremente enthält, auch bei äusserst geringer Luftbewegung an der Oberfläche in 24 Stunden 18,79 Cubikmeter theils unathembarer, theils aber schlecht riechender, die Luft verpestender gasförmiger Substanzen abgibt. Dies macht im Jahre 6258,3 Cubikmeter. Nach der Berechnung von Pettenkofer (s. o.) entsprächen den 556 Leichen 6417,63 Cubikmeter Gas aus der organischen Substanz, die sich binnen 10 Jahren aus dem Leichenacker entwickeln würden. Man ersieht hieraus, dass aus einer einzigen grossen Abtrittgrube in einem einzigen Jahre fast ebensoviel Fäulnissgase in die Luft übergehen können, als aus einem Leichenacker, in welchem 556 Leichen faulen in 10 Jahren. Es lässt sich aber weder für die Cholera, noch für den Typhus ein Zusammenhang mit der Nähe der Abtritte nachweisen, wie die Untersuchungen von Port [1]) ergeben haben. — Von grosser Wichtigkeit sind die experimentellen Untersuchungen von Fleck über die Gräbergase und die Grabluft.[2]) Bei diesen Versuchen wurden 4 Chamotteröhren von je 2 Meter Länge und 0,25 Meter lichter Weite in den Boden eingegraben. Jedes der Rohre wurde hierauf zu einer Höhe von 0,3 Meter, und zwar I mit fettem Lehm, II mit fettem Lehm, III mit feinkörnigem reinem Sand und IV mit gleichkörnigem Kies versehen. Unter die Röhren I und III war vorher noch je ein Gefäss von glasirtem Gusseisen zum Auffangen der Grabwässer gestellt worden. Es wurde nun in die unterste Bodenschicht jedes Rohres eine Kaninchenleiche im Gewicht von 2350—2900 Gramm eingegraben und hierauf die Rohre mit verschiedenen Bodenarten ausgefüllt, und zwar I und II mit Lehm, III mit Sand und IV mit Kies. Die Anordnung der 4 Versuchsgräber war demnach folgende:

	Rohr I	Rohr II	Rohr III	Rohr IV
Bodenlage	Eisengefäss	Kies	Eisengefäss	Kies
0,3 Meter	Lehm	Lehm	Sand	Kies
0,1 „	Kaninchen	Kaninchen	Kaninchen	Kaninchen
1,6 „	Lehm	Lehm	Sand	Kies

In jedes Grab waren 2 Bleiröhren eingesenkt, von welchen die eine unmittelbar über der Leiche, also in einer Tiefe von 1,7 Meter die andere von 0,5 Meter unter der Bodenoberfläche ausmündete.

1) Zeitschrift f. Biologie. Bd. 11. S. 487 u. f.

2) 3. Jahresbericht der chem. Centralstelle f. öffentl. Gesundheitspfl. S. 35—44 und 4. u. 5. Jahresbericht. S. 46—53.

Dieselben hatten den Zweck zum Aspiriren von Luft aus bestimmter Tiefe zu dienen. Es wurden nun zuerst nach der Beerdigung am 7. Oktober 1873 und dann wöchentlich einmal Kohlensäurebestimmungen der Grabluft vorgenommen und dabei folgende Zahlen gewonnen:

		I. Lehmgrab auf Pläner mit 2350 Gr. Kaninchen bei einer Tiefe von		II. Lehmgrab auf Kies mit 2650 Gr. Kaninchen bei einer Tiefe von		III. Sandgrab mit 2500 Gr. Kaninchen bei einer Tiefe von		IV. Kiesgrab mit 2900 Gr. Kaninchen bei einer Tiefe von	
		1,7 Meter	0,5 Meter	1,7 Meter	0,5 Meter	1,7 Meter	0,5 Meter	1,7 Meter	0,5 Meter
1873.									
Oktober	21.	50,57	38,08	38,09	19,45	50,61	12,13	37,12	4,15
„	28.	82,91	36,26	53,27	20,61	43,59	6,85	34,90	3,35
November	5.	84,40	43,13	62,90	13,85	37,33	5,39	42,88	5,33
„	12.	80,13	35,23	57,78	9,29	27,85	1,78	19,11	3,50
„	18.	144,00	37,40	105,10	27,80	52,80	4,80	55,70	9,60
„	25.	127,70	23,00	101,80	10,60	25,90	3,40	30,70	5,30
December	2.	121,00	43,20	99,80	4,80	60,30	9,60	36,50	5,80
„	10.	119,00	44,20	89,30	2,40	49,90	5,30	21,10	3,20
„	16.	109,40	47,00	94,00	4,80	49,90	—	36,00	—
„	23.	121,90	49,90	100,80	6,20	28,80	3,80	32,60	—
„	30.	140,20	57,60	103,70	8,60	14,40	1,00	26,90	1,00
1874.									
Januar	7.	75,13	36,97	56,03	12,19	23,86	4,82	9,19	6,40
Februar	3.	—	6,38	—	4,40	18,79	3,54	13,44	10,62
„	10.	—	5,24	—	1,81	32,38	7,20	18,57	5,63
„	17.	—	4,98	—	2,13	32,36	0,71	3,25	0.52
„	24.	—	7,26	—	4,37	49,09	9,62	11,78	2,32
März	4.	—	7,96	—	4,89	42,49	4,86	13,71	1,14
„	10.	—	9,95	—	6,21	—	12,49	19,37	3,96
„	17.	—	9,19	—	6,03	—	14,75	21,73	4,47
„	24.	—	9,95	—	5,81	—	4,36	15,42	3,38
„	31.	—	11,17	—	8,55	—	10,44	21,09	4,54
April	7.	—	12,39	—	7,82	—	13,88	14,22	3,41
„	14.	—	10,82	—	12,55	—	16,46	12,14	2,22
„	21.	—	8,88	—	12,27	—	13,23	29,49	8,15
„	28.	—	10,89	—	—	—	12,66	30,77	5,50
Mai	5.	—	18,85	—	—	—	11,89	14,77	4,00
„	29.	—	13,01	—	—	—	8,21	18,66	4,93
Juni	16.	84,81	14,83	—	—	—	13,45	19,90	2,18
„	24.	78,88	15,60	—	—	—	14,39	22,73	4,34
Juli	1.	89,77	19,73	—	—	—	27,48	43,71	28,43
„	20.	155,42	32,21	—	—	—	24,41	47,50	14,79
August	5.	142,89	33,90	—	—	—	28,16	56,33	17,29
„	19.	123,90	29,35	—	—	—	8,95	21,11	8,19
September	3.	140,91	30,89	—	—	—	6,03	49,06	10,22
„	17.	61,91	22,25	—	—	—	4,14	14,79	3,77
„	30.	75,39	38,92	89,01	19,86	71,97	9,99	21,61	6,51
Oktober	3.	73,36	35,82	92,24	15,51	62,42	20,85	14,69	6,06
„	27.	70,43	19,17	74,97	9,60	81,07	8,53	4,88	1,42
November	10.	84,52	18,53	72,95	9,08	30,57	15,92	7,33	8,86

Aus diesen Versuchsresultaten springt vor Allem die ausserordentlich grosse Verschiedenheit des Kohlensäuregehaltes der Grä-

berluft in Betreff der Bodenarten und der Lagerungsverhältnisse derselben in die Augen. Von den Schlüssen, die sich weiter aus diesen Zahlen ziehen lassen, interessiren uns an dieser Stelle einmal der, dass im Lehmboden die Luftbewegung um vieles langsamer abläuft, als im Sand und Kies und dass demnach aus den Lehmgräbern, so lange überhaupt Exhalationen statthaben, zumal bei dichtem Plänergrund viel kohlensäurereichere Luftgemische entweichen als aus den Sand- und Kiesgräbern. So gut die Kohlensäure in relativ grösserer Menge austritt, mit dem gleichen Rechte muss man dies ceteris paribus auch von anderen Gasarten annehmen. Es ist aber ferner aus diesen Versuchen ersichtlich, wie sehr die bei der Leichenzersetzung entstehenden Gase durch Diffusion schon während ihres Durchtrittes durch den Boden verdünnt werden, denn in 0,5 Meter Tiefe beträgt der Kohlensäuregehalt fast ohne Ausnahme nur mehr weit weniger als die Hälfte desjenigen unmittelbar über der Leiche.

Von ganz besonderer Wichtigkeit ist die Thatsache, welche, wie Fleck näher begründet, aus dem plötzlichen Abfallen des Kohlensäuregehalts der Grabluft in IVa und b zwischen dem 10.—17. Februar und dem Ansteigen desselben von Juli bis September sich erschliessen lässt, nämlich, dass das durch den Boden durchtretende Wasser in sehr erheblichem Maasse die bei der Zersetzung der organischen Stoffe entstehenden Gase, namentlich Kohlensäure und Ammoniak absorbirt und somit die Bodenfeuchtigkeit von hervorragendem Einfluss auf die Qualität der Bodengasexhalationen ist. Der Einfluss der Bodenfeuchtigkeit macht sich übrigens auch in der Weise geltend, als dadurch die Permeabilität des Bodens für Luft in specie des Lehmbodens, aber auch des Sandes sehr herabgesetzt und unter Umständen vollständig aufgehoben werden kann, so dass der Boden nach oben zu hermetisch abgeschlossen wird und auch für längere Zeit verschlossen bleiben kann. Fleck (a. a. O.) hat ferner noch die Frage, welche Gase ausser Kohlensäure als Zersetzungsproducte der organischen Massen der Gräberluft beigemischt sind, einer experimentellen Untersuchung unterzogen. Dabei stellte sich heraus, dass so oft und in welcher Weise die Versuche auf Anwesenheit von Schwefelwasserstoff oder Ammoniak gerichtet waren, mochten die Gase aus der Umgebung des Cadavers oder aus 0,5 Meter Tiefe entnommen werden, es nicht möglich war, auch nur Spuren des ersteren Gases zu entdecken, und dass auch die Menge des Ammoniaks sowohl im Lehm- wie im Sand- und Kiesgrabe nur in so untergeordneten Quantitäten auftreten, dass der höchste Gehalt,

nach Abzug des gleichzeitig bestimmten Ammoniakgehaltes der äusseren Atmosphäre, nicht über 0,0026 Ccm. im Liter Grabluft betrug. Schützenberger konnte weder an der Oberfläche noch im Boden eines Pariser Friedhofes die geringste Spur von Schwefelwasserstoff, Ammoniak oder Kohlenoxyd finden.[1]) Eigenthümlich aber bleibt bei den Untersuchungen von Fleck der Umstand, dass die aspirirten Gräbergase, zumal die den Cadavern zunächst entnommenen, auch noch nach Entfernung der Kohlensäure und des Ammoniaks oder anderer diesem verwandter Verbindungen einen eigenthümlichen Geruch behielten, der, als sogenannter Leichengeruch bekannt, der Anwesenheit noch anderer gasförmiger Verbindungen zuzuschreiben ist. Wie schon oben angegeben, rührt das Fehlen von Schwefelwasserstoff etc. vorzüglich davon her, dass diese Gase von dem durch den Boden durchtretenden Wasser absorbirt werden. Was den Schwefelwasserstoff anlangt, so ist dessen Nichtvorhandensein auch durch die Bildung von Schwefeleisen mit dem im Boden enthaltenen Eisen zu erklären, worauf Fleck, veranlasst durch Untersuchungen des städtischen Untergrundes von Dresden, aufmerksam macht.

Es dürfte im Uebrigen hier der Ort sein, darauf hinzuweisen, dass Fleck aus den Ergebnissen seiner Untersuchungen über Sarg- und Grabluft[2]) berechnet, dass der Ammoniakgehalt der Luft in einer Gruft jenen der freien Luft nur um ein Geringes übersteigt. Es geht daraus hervor, dass die Exhalationen der Grüfte auf Kirchhöfen wegen der raschen Verdünnung der aus ihnen austretenden Gase durch Diffusion zu keinerlei hygienischen Bedenken Veranlassung geben, zudem, wie Fleck's Untersuchungen ergeben haben, sie in ihrer Zusammensetzung von den Bodengasen nicht abweichen.

Um über die eigentliche Quelle des Kirchhofgeruches, hinsichtlich dessen trotz der chemischen Untersuchung der Gräbergase etwas Positives sich nicht auffinden liess, ins Klare zu kommen, hat Fleck[3]) an verschiedenen Kirchhofanlagen Dresdens genaue Erörterungen angestellt, welche ihn zu folgenden Resultaten kommen liessen: der Kirchhofgeruch ist auf Begräbnissplätzen in Lehm- und Sandboden intensiver als auf solchen mit leicht durchlässigem Kiesboden. Er tritt auf neuen Kirchhofanlagen erst dann auf, wenn der erste Begräbnissturnus abgeschlossen ist und zur Wiederbelegung bereits be-

---

1) E. Vallin, La question des cimetières. Revue d'hygiène et de police sanitaire 1881. Tome III. No. 8. p. 640.

2) 4. u. 5. Jahresbericht der chem. Centralstation f. öffent. Gesundheitspflege in Dresden. S. 59—65.

3) Ebenda. S. 65.

nutzter Gräber geschritten wird oder wenn überhaupt Gräberboden umgelegt wird. Die Quelle des Geruches ist demnach darin zu suchen, dass in dem Boden noch nicht ganz zersetzte Massen enthalten sind, welche bei der Berührung mit der Atmosphäre durch das Aufgraben in ausgedehntem Maasse in stinkende Fäulniss übergehen. Man beobachtet daher auch den Kirchhofgeruch meist an älteren, aber noch benutzten Kirchhöfen, auf welchen bei Anlegung eines Grabes immer schon inficirter Boden emporgehoben wird und findet ferner, dass sich dieser Geruch auch von dem geschlossenen Grab aus noch lange Zeit verbreitet, wenn die obere Bodenlage desselben mit früher tiefer gelegenem Boden gemischt ist.

Die Untersuchungen von Fleck haben somit einerseits den Nachweis geliefert, dass durch die Zersetzung animalischer Stoffe im Boden grosse Mengen von Kohlensäure erzeugt werden, und die Geschwindigkeit, mit welcher die Kohlensäure mit atmosphärischer Luft verdünnt wird von der Permeabilität der Bodenarten abhängig ist, andererseits aber haben sie zu dem wichtigen Resultate geführt, dass andere gasartige Producte der Fäulniss nur in äusserst geringer Menge in der Gräberluft vorhanden, zum Theil gar nicht auf chemischem Wege nachzuweisen waren.

Zu erwähnen sind hier noch die experimentellen Untersuchungen von Smolensky über den Kohlensäuregehalt der Grundluft.[1]) Hierbei stellte es sich heraus, dass der Kohlensäuregehalt der Grundluft auf dem Münchener südlichen Kirchhof, der schon seit langer Zeit als Begräbnissplatz benutzt wird und der aus Geröllboden besteht, in ca. 2 Meter Tiefe zwischen älteren und neueren Gräbern im Monat Juni bei 6 Versuchsreihen im Mittel 39,0 — 51,8 pro mille betrug. Dies würde an sich nichts beweisen, wenn man aber damit die Zahl vergleicht, die Smolensky an einer anderen Stelle des Münchener Bodens fand, welcher die gleiche geologische Zusammensetzung besitzt, aber vielfach als Ablagerungsplatz für animalische und vegetabilische Abfälle benutzt wurde und welche 101,9 pro mille Kohlensäure ist, so geht daraus hervor, dass der Boden durch Auswurfstoffe noch viel mehr verunreinigt werden kann als dies durch die Leichenbeerdigung geschieht. Da aber die Fäulnissgase hier ebenso aus dem Boden entweichen, wie auf Begräbnissplätzen, so müsste man solchen Plätzen gewiss dieselben Gefahren für die Gesundheit zuschreiben wie den Friedhöfen. Dies ist aber thatsächlich meist nicht der Fall, sondern die Kirchhöfe werden hinsichtlich ihrer Gefährlichkeit weit-

1) Zeitschr. f. Biologie. Bd. 13. S. 383—394.

aus vorangestellt. In München hat Pettenkofer kein Bedenken getragen auf dem Platz, wo Smolensky diesen hohen Kohlensäuregehalt im Boden gefunden hatte das neue hygienische Institut zu erbauen.

Bei der Frage der Schädlichkeit der Kirchhofemanationen darf noch ein weiteres Moment nicht übersehen werden, nämlich die Verbreitung der Fäulnissgase im Boden in horizontaler Richtung. Es ist durchaus nicht nothwendig, dass diese Gase nach oben durch den Boden entweichen, sondern es kann auch eine Ausbreitung nach allen Seiten hin stattfinden und dies wird z. B. gewiss dann der Fall sein, wenn der Boden nach oben zu durch Feuchtigkeit abgeschlossen ist. Es lässt sich dann denken, dass die Leichengase unter Umständen in sehr concentrirtem Zustand in Häuser, welche in nicht sehr grosser Entfernung von einem Friedhof sich befinden, eindringen, wie dies ja auch bei anderen Gasen z. B. Leuchtgas schon oft beobachtet worden ist. Riecke[1]) führt auch eine Beobachtung an, welche das wirkliche Vorkommen des Eintritts der Fäulnissgase eines Kirchhofs in grosser Menge in Wohnhäuser bestätigt: „Im Jahre 1779 hatte man auf dem Gottesacker (des innocents) der jährlich im Ganzen zwei- bis dreitausend Leichen aufnahm, da, wo er an die rue de la Lingerie stiess eine 50 Schuh tiefe Grube für 15—1600 Leichen gemacht. Allein im Februar 1780 konnte man schon keinen Keller mehr in der ganzen Strasse gebrauchen; die Lichter erloschen in der Luft dieser Keller, und wer auch nur an die Zuglöcher derselben kam, wurde augenblicklich von den schrecklichsten Zufällen ergriffen". Ist solche Luft einmal in den Keller eines Wohnhauses eingedrungen, so wird sie durch den aufsteigenden Luftstrom auch in die Wohnräume geführt, wie Forster nachgewiesen hat.[2]) Allerdings tritt hierbei eine Vermischung mit atmosphärischer Luft und dadurch eine Verdünnung ein, allein, wie aus den Versuchen von Forster hervorgeht, kann unter Umständen in geheizten Parterrezimmern die Luft zu 54 %, in geheizten Zimmern im 1. Stock zu 38% aus Kellerluft bestehen. Unter solchen Verhältnissen kann es vorkommen, dass Fäulnissgase in starker Concentration lange Zeit auf die Bewohner einwirken. Indessen ist doch nichts darüber bekannt, dass Todtengräber und Leichenwärter oder andere Personen, die auf Kirchhöfen oder in deren unmittelbarer Nähe wohnen, gewissen Krankheiten mehr ausgesetzt seien, oder überhaupt häufiger

1) Ueber den Einfluss der Verwesungsdünste. S. 51.
2) Zeitschrift f. Biologie. Bd. 11. S. 405.

erkranken, als Andere welche ferne davon leben. Eine ausdrückliche Bestätigung dieses Satzes findet sich in dem 11. Bericht des Landes-Medicinal-Collegiums über das Medicinalwesen in Sachsen für das Jahr 1879 S. 179 u. 180. Auch ist es auffallend, dass Riecke, der doch im Allgemeinen für die Schädlichkeit der Leichenausdünstungen Partie ergreift, gar nichts davon erwähnt, dass in dem obenangeführten Falle in der verpesteten Strasse sich irgendwie eine besondere Morbidität oder Mortalität gezeigt hätte. Es darf übrigens auch nicht ausser Acht gelassen werden, dass es sich bei diesem Fall um eine ganz gewaltige Anhäufung faulender Leichen handelt, die in einer gemeinsamen Grube, Sarg an Sarg, wie es in den fosses communes immer geschah, aufgeschichtet waren.

Ein weiterer Factor, der bei der Beurtheilung der Schädlichkeit der Leichengase ebenfalls ins Gewicht fallen dürfte, ist das Condensations- oder Absorptionsvermögen des Bodens für Gase. Die Gasabsorption im Boden wird einestheils durch Flächenattraction, anderntheils durch chemische Vorgänge bewirkt. Die Letzteren sind in ihren Wirkungen belangreicher als die Ersteren und werden hauptsächlich vermittelt durch das Eisenoxyd, nächstdem durch Humussubstanzen. Die Gase werden im Allgemeinen in um so höherem Grad condensirt, je leichter sie sonst ihren Aggregatzustand verändern und je leichter sie sich zersetzen und je feiner unter sonst gleichen Verhältnissen die Bodentheilchen sind.[1]) Ein sehr lehrreiches Beispiel für die Absorption der Gase durch den Boden liefert das Experiment von Biefel und Poleck[2]), welche Leuchtgas durch eine 2,35 Meter lange Schichte sandigen humösen Bodens leiteten. Wie die Analysen ergaben waren durch diesen Vorgang circa 75% der schweren Kohlenwasserstoffe und mit ihnen die im Gase befindlichen Dämpfe der riechenden Theerbestandtheile condensirt worden, das Sumpfgas hat sich um circa 50% vermindert.

Fassen wir das in Obigem niedergelegte thatsächliche, durch Experimente begründete Material zusammen, so ergibt sich daraus, dass sich keine positiven Anhaltspunkte gefunden haben, welche dazu angethan wären die Annahme zu beweisen, dass durch die länger fortgesetzte Einwirkung von Kirchhofemanationen direct die Disposition zu Infectionskrankheiten erhöht oder geschaffen, oder aber direct eine langsame Untergrabung der Gesundheit hervorge-

1) Ammon, Untersuchungen über das Condensationsvermögen des Bodens für Gase. Wollny, Forschungen etc. Bd. 2. S. 1—46.

2) Zeitschrift f. Biologie. Bd. 16. S. 312.

bracht wird. Es ist dargethan worden, dass die bei der Leichenzersetzung entstehenden Gase theils durch den Boden theils durch die Bodenfeuchtigkeit absorbirt oder dass sie schon im Boden durch atmosphärische Luft verdünnt werden, dass sie chemisch gar nicht mehr nachweisbar, oder nur relativ in so ungemein geringer Menge vorhanden sind, dass wir eine schädliche Wirkung von ihnen nicht erwarten können. Es ist ferner ihre colossale Verdünnung, sobald sie aus dem Boden austreten, nachgewiesen und gezeigt worden, dass sich auch bei concentrirterer Einwirkung eine Schädigung der Gesundheit durch die Statistik nicht nachweisen lässt. Es hat sich weiter herausgestellt, dass der Kohlensäuregehalt des Bodens an anderen Orten jenen des Kirchhofbodens weit übersteigen kann, ohne dass desswegen ein solcher Boden als gesundheitsschädlich zu betrachten ist, und dass die den Abtrittgruben entsteigenden Quantitäten von Fäulnissgasen, jene der Friedhöfe unter Umständen weit übertreffen, ohne dass sich von ersteren nachweisen liesse, dass sie die Disposition für Cholera oder Typhus vermehren. Es konnte lediglich constatirt werden, dass unter Umständen sich die Zersetzungsproducte noch durch den Geruch wahrnehmbar machen und dass, wenn dies während eines längeren Zeitraumes der Fall ist, eine nachtheilige Wirkung auf die Gesundheit nur dadurch hervorgebracht werden kann, dass das Oeffnen der Fenster der Wohnungen vermieden und in Folge dessen der Genuss frischer Luft in den Wohnräumen beschränkt wird.

Zu ganz ähnlichen Schlüssen, wie die oben entwickelten, kam in der neuesten Zeit eine von dem Seinepräfecten in Paris eingesetzte Commission zur Assanirung der Friedhöfe, welche aus den Herren Du Mesnil, Schützenberger, Miquel und Carnot bestand. Unter den Sätzen, welche den Bericht[1]) dieser Commission schliessen, finden sich folgende:

1. Wenn man in der Nachbarschaft der alten Friedhöfe und namentlich zu der Zeit, als noch in den Kirchen begraben wurde, Unglücksfälle beobachten konnte, welche sich in Folge des Entweichens der durch die Fäulniss erzeugten Gase ereigneten, so sind diese Gefahren heut zu Tage, wo sich die Gase im Freien ausbreiten, absolut illusorisch geworden, obwohl die Bestimmungen der Artikel 4, 5, 6 des Titel I des Decrets vom 23. Prairial XII nicht stricte beachtet werden.

---

1) Im Auszug enthalten in Revue d'hygiène et de police sanitaire. Tome III. No. 7. 20. Juillet 1881. p. 576. Das Original des Berichtes konnte ich leider nicht erhalten.

2. Die schädlichen oder belästigenden Gase, welche durch die Zersetzung der 1,50 Meter tief begrabenen Leichen entstehen, gelangen nicht an die Oberfläche des Bodens.

Es kann somit jetzt als feststehend erachtet werden, dass von den gasförmigen Producten der Leichenzersetzung, insoferne dieselben disponirend für acute oder chemische Krankheitsprocesse wirken sollen, eine directe nachtheilige Wirkung auf die Gesundheit nicht nachgewiesen werden kann und es erübrigt nur mehr die Betrachtung hinsichtlich der Umstände, unter welchen die sich bildenden toxischen Gase gefahrbringend für die Gesundheit werden können. Wie weiter oben angegeben sind die hierbei in Betracht kommenden Gase vorzüglich Kohlensäure, Schwefelwasserstoff und Ammoniak. Es unterliegt keinem Zweifel, dass unter Umständen in den Gräbern und den sie zunächst umgebenden Bodenschichten eine sehr bedeutende Anhäufung von Kohlensäure statthaben kann, so dass Personen, welche mit dem Aufgraben solcher Gräber beschäftigt sind in die Gefahr kommen können zu ersticken, wenn sie nicht rechtzeitig sich aus dieser Kohlensäureatmospäre zu entfernen im Stande sind. Als besonders gefährlich in dieser Beziehung müssen Massengräber angesehen werden, in welchen gleichzeitig eine grosse Anzahl von Leichen den Zersetzungsprocess durchmachen. Noch leichter als im Boden scheint unter Umständen die Anhäufung grosser Kohlensäurequantitäten in festgeschlossenen Grüften zu Stande zu kommen, wesshalb das Betreten dieser stets nur mit den nöthigen Vorsichtsmaassregeln geschehen sollte. Ob eine so hochgradige Ansammlung von Ammoniak und Schwefelwasserstoff im Boden statt haben kann, dass dadurch Vergiftungserscheinungen beim Aufgraben von Gräbern ermöglicht werden, erscheint nach dem oben betreffs des Vorkommens dieser Gase bei der Leichenzersetzung und deren Absorption durch Boden und Wasser Angeführten zweifelhaft. Grösser ist die Wahrscheinlichkeit, dass dies in schlecht ventilirten Grüften sich ereignen kann. Von den Beispielen, welche Riecke[1]) zum Beweis für die Schädlichkeit der Leichenemanationen anführt, müssen viele als Vergiftungen durch Kohlensäure oder Schwefelwasserstoff aufgefasst werden.

Von einer Gefährlichkeit der in Rede stehenden Gase ausser beim Aufgraben von Gräbern oder beim Betreten von Grüften kann keine Rede sein; diese ist nur so lange möglich, als es durch Behinderung des Gasaustausches diesen Gasen möglich ist, sich stärker

---

1) A. a. O. S. 27—37.

anzuhäufen. Sowie ein freier Verkehr mit der Atmosphäre möglich ist, tritt sehr rasch eine solche Verdünnung ein, dass eine giftige Wirkung nicht mehr zu Stande kommt, wie aus verschiedenen Beispielen in der Nähe natürlicher Kohlensäurequellen, z. B. der Hundsgrotte bei Neapel, hervorgeht.

Wir kommen nun zur Erörterung der Frage über den Einfluss der Leichenzersetzung nach dem Begräbniss auf die menschliche Gesundheit durch die Vermittelung der Luft mit Rücksicht auf Mikroorganismen. Diese noch vor Kurzem sehr dunkle Frage hat in der letzten Zeit durch die Resultate der pilzphysiologischen Forschung eine wesentliche Klärung erfahren, und es ist das grosse Verdienst von Nägeli[1]) auf die leitenden Gesichtspunkte in dieser Beziehung aufmerksam gemacht zu haben.

Es muss gegenwärtig mit Bestimmtheit angenommen werden, dass, wenn die Leiche eines an einer Infectionskrankheit Gestorbenen begraben wird, in welcher also das Vorhandensein der Infectionspilze noch vorausgesetzt wird, diese Krankheitserreger dadurch, dass der todte Körper in Fäulniss übergeht und somit ihr Nährboden vollkommen verändert wird, rasch entweder durch Anpassung in gewöhnliche Fäulnissbacterien umgewandelt werden oder aber zu Grunde gehen. Es sind daher nach kurzer Zeit (4—8 Wochen, Nägeli) in der Leiche nur mehr Fäulniss oder Schimmelpilze vorhanden, je nachdem bei der Zersetzung Fäulniss oder Verwesung vorherrscht. Von den Schimmelpilzen haben wir nach Nägeli's Ansicht gar nichts für die Gesundheit zu befürchten und von den Fäulnissbacterien im Allgemeinen nicht viel, da verhältnissmässig grosse Quantitäten davon nothwendig sind, um bei Unverletztsein der Haut und der Schleimhäute septische Infection hervorzubringen. Allein selbst wenn dieselben gefährlicher wären, als sie es in der That zu sein scheinen, so sind wir doch in hohem Grade vor ihnen gesichert, weil verschiedene Bedingungen vorhanden sind, welche dem Austritt der Spaltpilze aus dem Boden schwer übersteigliche Hindernisse in den Weg legen. Während der ersten Zeit der Leichenzersetzung werden die Pilze dadurch festgehalten, dass sie sich in benetztem Zustand befinden. Wie schon Nägeli[2]), auf Experimente gestützt, angegeben, und neuestens Buchner[3]) durch weitere experimentelle Forschungen über alle Zweifel sicher gestellt hat, können Pilze von einer feuchten Oberfläche selbst durch sehr starke Luftströmungen

1) Die niederen Pilze etc. München 1877. Oldenbourg.
2) Ebenda. S. 108 u. f.
3) Aerztliches Intelligenzblatt 1880. Nr. 50—52.

nicht mitgerissen werden, geschweige denn von so schwachen Luftbewegungen, wie sie im Boden herrschen. Erst wenn die Austrocknung der Leiche oder ihrer Umgebung beginnt, lässt sich unter Umständen die Möglichkeit denken, dass die Pilze fortgeführt werden. Aber auch dann noch sind grosse Widerstände zu überwinden, denn bis nicht die Zersetzung so weit vorgeschritten ist, dass alles Organische zerstört ist, können die Pilze durch organische Substanz, welche ihnen adhärirt, an die Bodentheilchen festgeklebt und dann, solange sie nicht durch mechanische Einwirkungen anderer Art losgelöst werden, nicht durch Luftströmungen fortgerissen werden. Die Versuche, welche Buchner (a. a. O.) in Gemeinschaft mit Nägeli in dieser Richtung ausgeführt hat, liefern den Beweis, dass eine Ablösung von eingetrockneten Pilzen im eigentlichen Sinne, d. h. von intacter Oberfläche, nachweisbar nicht existirt. — Sind jedoch auch alle diese hinderlichen Einflüsse beseitigt und ist die Möglichkeit vorhanden, dass die Spaltpilze durch Luftströme fortgeführt werden, so haben sie, um ins Freie zu kommen, doch immer noch eine dicke Bodenschicht zu passiren, die ihrem Durchschnitt grosse Schwierigkeiten bereiten kann. Nägeli[1]) ist der Ansicht, dass die Spaltpilze schon durch eine dicke Humusschichte, ganz sicher aber, wenn dieselbe bewachsen ist, zurückgehalten werden. Eine andere Möglichkeit, durch welche die Fäulnisspilze zwar nicht ins Freie, aber in unsere Wohnungen gelangen können, muss hier noch erwähnt werden. Es geschieht dies dadurch, dass die Bacterien durch die Luftbewegung in horizontaler Richtung fortgeführt und dann durch die Fundamente der Häuser in den Keller und von hier aus in die Wohnräume gelangen.

Miquel hat gelegentlich der Enquete über die Kirchhoffrage in Paris Untersuchungen angestellt, welche ergaben, dass die Anzahl der Bacterien in der Luft auf den Friedhöfen von Paris auch nicht viel grösser ist als in Montsouris. Er hat die hauptsächlichsten Bacterienformen, welche er auf den Friedhöfen fand, Kaninchen und Meerschweinchen ins Blut und ins Unterhautzellgewebe eingespritzt und sie haben sich als vollständig unschädlich erwiesen.[2])

Nachdem im Vorhergehenden gezeigt wurde, dass die Entstehung oder Verbreitung von Infectionskrankheiten durch das Begraben der Leichen bei geschlossenem Grabe überhaupt nicht angenommen werden kann, muss darüber

1) A. a. O. S. 261.

2) E. Vallin, La question des cimetières. Revue d'hygiène et de police sanitaire 1881. Tome III. No. 8. p. 643.

noch entschieden werden, ob etwa durch das Aufgraben des Grabes eines an einer Infectionskrankheit Verstorbenen Ansteckung erfolgen kann. Diese Möglichkeit ist nur denkbar, wenn erst kurze Zeit nach dem Begräbniss verstrichen ist, so dass die Infectionspilze noch nicht in Fäulnissbacterien verwandelt oder getödtet sind und auch dann nur unter der Voraussetzung, dass die Krankheitserreger sich nicht in benetztem Zustand befinden. In späterer Zeit jedoch können von dem Eröffnen eines Grabes keine anderen Folgen erwartet werden, als von dem Umgraben des Bodens an einer anderen Stelle, der sich im Uebrigen unter ganz gleichen Verhältnissen befindet, denn dann verhält sich der Kirchhofboden ganz ebenso, wie jeder andere mit organischen Stoffen verunreinigte Boden unter den gleichen übrigen Umständen. Es müssen somit alle Angaben, welche das Entstehen von Epidemien, oder auch nur das Erkranken mehrerer Personen an Infectionskrankheiten durch das Eröffnen von Gräbern bestätigen, mit der grössten Vorsicht und berechtigtem Misstrauen aufgenommen werden, denn dass Personen, welche mit Graben in gewöhnlicher Ackererde beschäftigt waren, von Infectionskrankheiten befallen werden können, dies beweist unter Anderem die Beobachtung Pettenkofer's gelegentlich der Choleraepidemie in Speyer im Jahre 1873. Von 33 Pfründnern, welche auf einem sehr tief gelegenen Acker mit der Kartoffelernte beschäftigt gewesen waren, erkrankten 20 an Cholera, während von den übrigen 177 in der gleichen Anstalt Befindlichen nur 4 befallen wurden.[1])

Während der ganzen Dauer der Leichenzersetzung wird der Boden mit den Producten der Umwandlung imprägnirt und kann dies auch, wie die Aufgrabungen der Gräber beweisen, noch längere Zeit bleiben. Es entsteht nun die Frage, inwieweit diese Verunreinigung des Bodens mit faulenden organischen Stoffen gesundheitsschädliche Folgen nach sich zieht. Es muss jetzt als sicher angenommen werden, dass die Bodenverunreinigung von Einfluss ist auf das Entstehen von Epidemien. Ueber die Art und Weise, wie dieser Zusammenhang vermittelt wird, fehlt es zur Zeit noch an einer Vorstellung, und Nägeli dürfte Recht haben, wenn er sagt, dass die Wirkung der Bodenverunreinigung zur Zeit blos nach den Erfahrungen über das Leben der Pilze beurtheilt werden kann.[2]) Es kann hier nicht auf die Frage der Bodenverunreinigung weiter eingegangen und muss auf den betreffenden Abschnitt dieses

1) Pettenkofer, Neue ätiologische und prophylaktische Sätze etc. Deutsche Vierteljahrsschrift f. öffentl. Gesundheitspflege. Bd. IX. Heft 2. S. 213.

2) Nägeli, Die niederen Pilze. S. 174 Anmerkung.

Handbuches verwiesen werden, es kann hier lediglich die Frage zur Erörterung kommen, wie stark wohl die Verunreinigung des Bodens durch das Begräbnisswesen wird. Auch in dieser Beziehung stehen unsere positiven Kenntnisse auf sehr schwachen Füssen, denn es fehlt an thatsächlichem Material, worauf man sich stützen könnte, nämlich an Analysen des Kirchhofbodens im Vergleich mit anderweitig verunreinigtem oder reinem Boden der gleichen Beschaffenheit. Die Berechnungen, welche schon öfters angestellt worden sind, um darzuthun, dass der Boden durch die Lebenden mehr verunreinigt wird als durch die Todten, leiden an den Fehlern, dass einerseits meist die Grösse des Bodenraums nicht berücksichtigt wurde, der an der Verunreinigung im einen und anderen Falle theilnimmt, andererseits aber eine gleichmässige Vertheilung der sich zersetzenden Stoffe im Boden der bewohnten Theile eines Ortes gar nicht gedacht werden kann. Ausserdem kleben solchen Rechnungen stets noch andere Mängel an, welche deren Werth illusorisch erscheinen lassen, so bleibt z. B. die Entfernung von der Oberfläche des Bodens, in welcher die stärkste Anhäufung faulender Massen stattfindet, gänzlich unberücksichtigt. Aber auch abgesehen hiervon, haben derartige Rechnungsexempel schon deshalb keinen Werth, weil es überhaupt an Kenntnissen über die Bedeutung der Grösse der Bodenverunreinigung fehlt, und wenn man auch die etwas paradoxe Anschauung Nägeli's nicht ohne Weiteres theilen kann, demzufolge ein Boden ceteris paribus um so eher siechfrei ist, je grösser die Verunreinigung [1]), so sind wir doch darüber ganz im Unklaren, bei welchem Grad der Verunreinigung ein Boden anfängt gesundheitsgefährlich zu werden, denn ganz rein kann der Boden nur da sein, wo jegliches organische Leben fehlt.

Vergleichbare Zahlen über den Gehalt des Bodens an stickstoffhaltigen organischen Stoffen auf Kirchhöfen und anderwärts finden sich von Delesse [2]) angegeben, der vielfache Untersuchungen hierüber angestellt hat. Er fand in röthlichem, sandigem, ein wenig lehmigem Boden, der in einer Tiefe von 1,5 Meter aus einem alten Massengrab des Kirchhofs Mont-Parnasse, in welches man seit zehn Jahren keine Leiche mehr begraben hatte, genommen war, einen Stickstoffgehalt von 0,9 ‰; in schwärzlichgrauem, mergeligem und sandigem Boden in 2,5 Meter Tiefe genommen, aus der Mitte eines

1) Nägeli, Die niederen Pilze. S. XXV. 51. Satz.

2) Recherches de l'azote et des matières organiques dans l'ecorce terrestre, in Annales des mines, cinquième série. Mémoires. Tome XVIII. Paris 1860. S. 151 bis 319, betr. Kirchhöfe S. 287 u. f. nebst der dazu gehörigen Tabelle IV.

Haufens menschlicher Knochen, der 3 Meter hoch aufgeschichtet war, im alten Kirchhof des Innocents, der lange Zeit der bedeutendste in Paris war, 1,12 ‰ Stickstoff; in schwärzlichbraunem, lehmigem Boden, der den Gebeinen der Catacomben anhing 2‰; eine Probe desselben Mergels wie auf dem Kirchhof des Innocents, der stark mit organischen Stoffen imprägnirt und aus der Cité entnommen war enthielt nur 0,4‰ und eine andere aus der rue St. Elisabeth nur 0,18‰ Stickstoff. Wenn man nun, wie es Delesse thut, den zuletzt angeführten Boden als den normalen annimmt, so folgt daraus, dass die Zunahme an Stickstoff, welche durch den Kirchhof des Innocents hervorgebracht worden war, weniger als 1‰ beträgt. Betrachtet man aber die Zahlen, welche Delesse für bepflanzten Boden fand, so zeigt es sich, dass derselbe bei 13 verschiedenen Proben zwischen 0,68—2,97 ‰ Stickstoff enthielt und grösstentheils in dieser Beziehung den Kirchhofboden weit übertrifft. Bei weitem höher noch sind die Zahlen, die Delesse für den Schlamm der von Flüssen bei Ueberschwemmungen abgelagert wird, angibt und die 5—7 ‰ betragen; am reichsten an Stickstoff ist der Nilschlamm mit 12,25 ‰. — Delesse spricht sich dahin aus, dass Boden, der animalische Stoffe im Ueberfluss zugeführt erhält, wie Kirchhofboden, diese Stoffe nicht in so grossem Verhältniss behält, als man glauben sollte; es ist sogar sehr bemerkenswerth, dass er nicht mehr davon zurückhält. Man müsse dies dem Umstande zuschreiben, dass thierische Stoffe leicht zersetzt und dann vom Wasser, welches den Boden durchfliesst mitgeführt und aufgelöst werden. Obgleich die Thiere an Stickstoff reicher seien, als die Pflanzen, so seien doch die Producte ihrer Zersetzung löslich und verschwinden, so dass sie für definitiv viel weniger Stickstoff in den Boden, der sie einhüllt, einführen. — In der neuesten Zeit sind in Paris, wo eine Commission zur Prüfung der Frage von der Gesundheitsgefährlichkeit der Friedhöfe niedergesetzt worden war von Schützenberger von dem Kirchhof zu Ivry Bodenproben untersucht worden, die einem Commungrab entnommen waren, das zweimal als solches benutzt worden, und in welches im Jahre 1873 die letzten Beerdigungen stattgefunden hatten. Im Jahre 1879, also nach Verlauf von 5 Jahren fand er, sowohl über als unter dem Sarge nur mehr eine sehr geringe Menge von Stickstoff (0,14 u. 0,16 Grm. in 100 Grm. Boden); in jungfräulicher Erde, welche zum Vergleich analysirt worden war, war das Verhältniss des Stickstoffs nur 0,01 : 100. Schützenberger schliesst daraus, dass die Verbrennung in einem mässig für Luft permeablen Boden in 5 Jahren beendigt ist, und dass man daher

keinen Grund hat bei dem Gedanken einer Sättigung des Bodens mit organischer Substanz stehen zu bleiben.[1])

Der Kohlensäuregehalt der Grundluft kann nicht als Maassstab für die Bodenverunreinigung gebraucht werden. Es ist zwar durch die Untersuchungen von Pettenkofer[2]) u. A. nachgewiesen, dass die sich zersetzenden organischen Stoffe im Boden die Quelle der Kohlensäure in der Grundluft sind, allein es hat sich doch herausgestellt, dass der relative Gehalt der Grundluft an Kohlensäure noch von verschiedenen anderen Factoren abhängig ist, so dass von einer grossen Kohlensäuremenge nicht ohne Weiteres geschlossen werden darf, dass die Bodenverunreinigung da stärker sei als an einem anderen Ort, wo die Grundluft procentisch weniger Kohlensäure enthält. Uebrigens ist auch die Zahl der bis jetzt in der Kirchhofbodenluft vorgenommenen Kohlensäurebestimmungen nur eine ausserordentlich geringe und erst in der allerjüngsten Zeit sind die Resultate unter sich vergleichbarer derartiger Analysen in grösserer Zahl veröffentlicht worden, welche von Bezirksarzt Dr. Hesse in Schwarzenberg in Sachsen ausgeführt worden sind.[3]) Nach diesen Angaben betrug auf einem Kirchhof, dessen Boden lockerer Granitsand war, der Kohlensäuregehalt über dem Sarge, in 1 Meter Tiefe von der Bodenoberfläche, von der Beerdigung an gerechnet nach

6 Tagen . . .	16,4‰	2 Monaten . . .	87,4‰
7 „ . . .	24,1 „	3 „ . . .	57,7 „
2 Wochen . . .	58,2 „	6 „ . . .	41,7 „
3 „ . . .	54,1 „	9 „ . . .	37,3 „
4 „ . . .	61,1 „		

an einer anderen Stelle desselben Friedhofs nach

1 Jahre	88,0‰	4 Jahren . . .	27,7‰
2 Jahren . . .	38,4 „	5 „ . . .	17,6 „.
3 „	28,9 „		

Es tritt schon hier das Auffallende hervor, dass an der zweiten Stelle 1 Jahr nach der Beerdigung viel mehr Kohlensäure gefunden wurde, als an der ersten nach 9 Monaten. Noch viel grössere Unregelmässigkeiten aber ergibt ein Vergleich der Kohlensäuremengen, welche in der Grundluft von zwei verschiedenen Kirchhöfen gefun-

1) E. Vallin, La question des cimetières. Revue d'hygiène et de police sanitaire. 1881. Tome III. No. 8. p. 639.

2) Ueber den Kohlensäuregehalt der Luft in der libyschen Wüste über und unter der Bodenoberfläche. Zeitschr. f. Biologie. Bd. 11. S. 381—391.

3) 11. Jahresbericht des Landes-Medicinal-Collegiums über das Medicinalwesen in Sachsen auf das Jahr 1879. Leipzig 1881. F. C. W. Vogel. S. 177.

den wurden, deren Boden ganz die gleiche Beschaffenheit hat, nämlich Granitsand. Hier fanden sich bei dem einen Kirchhof nach

1 Tag	25,5 ‰	9 Monaten . . .	68,8 ‰
1 Woche . . .	26,8 „	1 Jahr	54,5 „
2 „	88,6 „	2 „	50,0 „
1 Monat . . .	92,0 „	3 „	35,0 „
2 „	91,0 „	4 „	13,8 „
3 „	125,0 „	5 „	16,1 „
6 „	74,2 „	10 „	13,5 „

bei dem anderen nach

3 Tagen . . .	19,2 ‰	2 Jahren . . .	7,26 ‰
1 Monat . . .	62,8 „	3 „ . . .	14,0 „
3 „	21,7 „	4 „ . . .	21,6 „
5½ „	28,3 „	5 „ . . .	19,1 „
7 „	30,9 „	9 „ . . .	12,8 „
1 Jahr	42,3 „	19 „ . . .	2,25 „.

Die hier mitgetheilten Resultate haben den grossen Vorzug, dass die Analysen an demselben Tage ausgeführt, daher viele Fehlerquellen ausgeschlossen wurden, welche bei einer Ausführung zu verschiedenen Zeiten die Ergebnisse total verändern können.

Dass übrigens die Grundluft auf Kirchhöfen nicht mehr Kohlensäure enthält als unter Umständen an anderen stark verunreinigten Plätzen, das beweisen die von Smolensky[1]) gefundenen Zahlen, von welchen die unter a sich auf einen Platz in München beziehen, der zu gewissen Zeiten des Jahres als stark frequentirtes Pissoir benutzt wurde, jene unter b auf den Münchener südlichen Friedhof zwischen den Gräbern. Es befinden sich in

a		b	
47,85 ‰	Kohlensäure	46,23 ‰	Kohlensäure
62,57 „	„	51,83 „	„
44,38 „	„	42,86 „	„
77,78 „	„	45,83 „	„
101,96 „	„	39,07 „	„
		48,82 „	„.

Durch eine lange Zeit fortgesetzte Benutzung eines Platzes als Kirchhof, wobei die alten Gräber immer aufs Neue belegt wurden, wird nach den Beobachtungen von Pettenkofer und Kiene (s. o. S. 270 u. 271) ein Zustand des Bodens herbeigeführt, in Folge dessen die Zersetzung der Leichen längere Zeit in Anspruch nimmt als dies früher der Fall war. Dass unter solchen Umständen, wenn man fortfährt zu begraben die Durchtränkung des Bodens mit faulenden Stoffen eine ungemein hochgradige werden muss, liegt auf der Hand. Es äussert sich

1) Zeitschrift f. Biologie. Bd. 13. S. 391 u. 392.

dies auch dadurch, dass solche Begräbnissplätze einen viel bemerkbareren Geruch von sich geben, als früher, so dass unter Umständen die in der Nachbarschaft Wohnenden sehr belästigt werden und die Kirchhöfe geschlossen werden müssen, wie dies mit dem cimetière des Innocents in Paris geschehen musste.

2. Sanitärer Einfluss der Leichenzersetzung durch das Wasser.

Die Möglichkeit, dass Substanzen in das Trinkwasser und durch dessen Vermittelung in den menschlichen Körper gelangen, welche bei der Zersetzung der Leichen im Boden entstehen, lässt sich nicht bestreiten, da ja das Wasser von der Oberfläche durch die Gräber und deren Umgebung hindurchdringt, und auf diesem Wege etwas von den verwesenden Leichen mit sich führen und dem darunter befindlichen Grundwasser beimischen muss, welches möglicherweise nahe gelegene Brunnen und Quellen speist. Nach dem oben Gesagten können dies einerseits Gase oder feste chemische Verbindungen sein, welche im Wasser absorbirt, oder gelöst, oder als suspendirte Bestandtheile demselben beigemengt sind, und andererseits Mikroorganismen. Wie beim Einfluss der Leichenzersetzung durch die Luft als Träger geschehen ist, so sollen auch hier diese beiden Gruppen von Stoffen gesondert betrachtet und mit den chemischen Zersetzungsproducten begonnen werden.

Es ist klar, dass die Wirkung dieser auf den menschlichen Organismus abhängt von der Menge, in welcher sie in den Körper gelangen, und diese ist im Wesentlichen bedingt durch die Concentration, in der sie im Wasser vorhanden sind. In der Hauptsache ist diese letztere aber das Product zweier Grössen, die man kennen muss um sich ein Urtheil über die mögliche Verunreinigung bilden zu können, nämlich

1. der Menge des Grundwassers und

2. der Menge der Zersetzungsproducte i. e. der Anzahl der Leichen. Bezüglich der Mächtigkeit des Grundwassers irgend eines Ortes ist es nicht möglich zu einer genauen Zahl zu kommen, allein es dienen, worauf Pettenkofer hinweist, am sichersten andere örtliche Wasserverhältnisse, wie die Zahl und Mächtigkeit von Quellen oder die Ergiebigkeit einer grösseren Anzahl von Brunnen, die sich in der Nähe der fraglichen Localität befinden, als Maassstab für eine annähernde Vorstellung über die Wassermasse des Grundwasserstromes. Auch die Menge der organischen Substanz kann nur annäherungsweise berechnet werden. Pettenkofer nimmt das mittlere Gewicht einer Leiche zu 60 Kilo und die verwesbare organische Substanz daran zu 15 Kilo an. Zieht man ferner noch den ortsüblichen

Flächenraum für ein Grab in Rechnung, so erhält man einen Anhaltspunkt um zu berechnen, wie viel auf einem bestimmten Areal während einer gewissen Zeitdauer z. B. eines Begräbnissturnus Leichensubstanz auf die angenommene Menge Grundwasser kommt.

Ausser den beiden genannten hauptsächlichsten Factoren kommen übrigens noch einige andere in Betracht, welche modificirend auf den Grad der Concentration der Verunreinigung des Wassers durch die Leichen einwirken. Hier ist noch zu berücksichtigen:

1. die Quantität von Wasser, welche, von den atmosphärischen Niederschlägen stammend, durch den Boden hindurch bis in die Tiefe der Gräber dringt, denn dieses Wasser allein kann dem Grundwasser, soweit dasselbe unter der Grabestiefe liegt, Leichenzersetzungsproducte zuführen. Es kommt hierbei im Wesentlichen an auf die Wassercapacität des Bodens und seine capillare Wasserleitung und muss in dieser Beziehung auf das oben Gesagte (S. 271 u. ff.) verwiesen werden. In Görlitz wurden in dieser Richtung 4 Jahre lang mit 3 verschiedenen Bodenarten Versuche angestellt und zwar 1. mit einem Thonboden mit 12 % Sand, 2. mit einem Lehmboden mit 38 % Sand und 3. mit einem lehmigen Sandboden mit 80 % Sand und dabei gefunden, dass bei 1. 28,1 %,
2. 41,0 %,
3. 40,5 % der im Jahre gefallenen Regenmenge durch eine 4 Fuss hohe Bodenschichte dringt.[1]) Man kann ohne Bedenken annehmen, dass von da abwärts dieses Wasser gewiss zum grössten Theil auch in das Grundwasser gelangt. Die von Pappenheim[2]) aufgestellte Behauptung, dass, wo es sich nicht um ganz grobstückigen Steinboden (Kies u. s. w.) handelt, sondern um feinkörnigen, das Meteorwasser in unseren Gegenden nicht bis in die Tiefe von 5 oder 6 Fuss (die gewöhnliche Gräbertiefe) dringt, wird durch die Versuche von Fleck[3]) widerlegt, der bei seinen Versuchsgräbern in Lehm- und Sandboden, in den in 2 Meter Tiefe aufgestellten Gefässen die durch den Boden durchgesickerten Tagwasser auffing und der Analyse unterwarf. — Es ist ferner von Einfluss

2. die Dicke der Bodenschichte, welche die Leiche vom Grundwasser trennt. Beim Durchgang durch diese Bodenschichte können die organischen Verbindungen ganz in anorganische

1) Pettenkofer, Ueber die Wahl der Begräbnissplätze. Zeitschr. f. Biologie. Bd. 1. S. 50.

2) Handbuch der Sanitätspolizei. 2. Aufl. Berlin 1870. 2. Bd. S. 366.

3) 3. Jahresbericht der chem. Centralstelle etc.

umgewandelt oder wenigstens in ihrer Zusammensetzung verändert werden. Wenn man sich den oben angeführten Satz, dass die einfacheren Producte der Fäulniss hinsichtlich ihrer toxischen Wirkung viel weniger deletär sind, als die höheren Umsetzungsproducte oder als die faulende Substanz selbst, ins Gedächtniss zurückruft, so erhellt daraus die Wichtigkeit dieses die Filtration begleitenden Vorganges. Sehr lehrreich sind in dieser Beziehung die Versuche, welche Falk [1]) angestellt hat. Er studirte die zerstörende Wirkung des Bodens auf gewisse wohl charakterisirte chemische Verbindungen, Fermente und Gifte, und fand dabei, dass umgeformte Fermente (Emulsin, Myrosin, Ptyalin) ihre specifische Wirksamkeit durch die Bodenfiltration vollständig verlieren, ebenso die Glycerinextracte pathologischer Producte, die febrile Temperatursteigerungen oder auch Tod bewirkten (tuberculöse, septische Stoffe, selbst Milzbrandblut). Bei diesen Versuchen wurde das Eiweiss im Boden zurückgehalten, das Fett jedoch wanderte durch den Boden hindurch. Auch flüchtige organische Verbindungen, wie sulphocarbonsaures Natron, Naphthylamin, Indol, Thymol wurden durch den Boden völlig oder durch längere Zeit zurückgehalten, resp. zerstört, ebenso Lösungen giftiger Alkaloide (Strychnin, Nicotin). Selbstverständlich ist diese Eigenschaft des Bodens keine unerschöpfliche und scheint besonders eine höhere Concentration der zu filtrirenden Substanzen dem Ablaufe dieser Erscheinungen hinderlich zu sein. Durch die Versuche von Falk ist somit nachgewiesen, dass der Boden eine Umwandlung (die in den meisten Fällen eine Oxydation ist) gelöster organischer Verbindungen bewirkt und dies muss in um so höherem Grade der Fall sein, je dicker die als Filter dienende Bodenschichte ist, d. h. je tiefer der Grundwasserspiegel unter der Sohle der Gräber liegt. Dagegen muss es aber doch als wahrscheinlich angesehen werden, dass diese oxydirende Kraft nicht unter allen Verhältnissen in gleicher Intensität sich geltend machen kann und zwar aus dem Grunde, weil die Filtration unter verschiedenen Umständen und bei verschiedenen Bodenarten mit verschieden grosser Geschwindigkeit sich vollzieht und desshalb den organischen Stoffen kürzere oder längere Zeit gelassen ist um sich umzuwandeln, und diese dementsprechend auch weniger oder mehr decomponirt werden. Es geht allerdings aus den Görlitzer Versuchen (s. o.) hervor, dass die relative Menge des in die Tiefe dringenden Wassers in verschiedenen Bodenarten annähernd gleich gross ist, allein die Raschheit des Durchganges ist, wie aus den Versuchen von Klenze sich er-

1) Experimentelles zur Frage der Canalisation und Berieselung. Vierteljahrsschrift f. gerichtl. Medicin u. öffentl. Sanitätswesen. Bd. 27 u. 29.

geben hat, eine ungleiche, und es erfolgt das Sinken des Wassers im Boden um so schneller, je mehr nichtcapillare Räume in demselben enthalten sind (s. o. S. 273).

Modificirend auf die Stärke der Verunreinigung des Grundwassers durch die Leichenzersetzung wirkt

3. das Verhältniss der Menge von Zersetzungsproducten, welche in die Luft entweichen. Es muss dies natürlich um so grösser sein, je leichter der Boden für Luft permeabel ist, je schneller er trocknet und je geringer die Menge atmosphärischer Niederschläge ist. Es fällt dieses Moment am meisten in die Waagschale in der ersten Zeit des Zersetzungsprocesses, wo bei der gleichzeitigen colliquativen Erweichung eines grossen Theiles der Organe die Quantität der zur gleichen Zeit gebildeten Zersetzungsproducte eine viel grössere ist, als in späteren Stadien, wo der Zerfall der Leiche viel langsamer erfolgt.

Wenn es sich um die Frage handelt, ob das Wasser eines Brunnens oder einer Quelle, welche sich in der Nähe eines Kirchhofs befinden, durch diesen verunreinigt sein kann, so ist noch in erster Linie zu berücksichtigen die Richtung des Gefälles des Grundwassers; denn es ist möglich, dass der Grundwasserstrom in der Richtung von dem Brunnen oder der Quelle gegen den Kirchhof fliesst, also denselben im Brunnen noch nicht passirt hat, wodurch man jeder Besorgniss einer Verunreinigung desselben von dieser Seite überhoben ist.

Ist somit die Möglichkeit, dass unter Umständen dem Grundwasser und damit Brunnen und Quellen, welche zum Trinken benutzt werden, Leichenzersetzungsproducte zugeführt werden, nicht zu läugnen, so entsteht nun weiter die Frage, welchen Grad der Verunreinigung das Wasser unter gewöhnlichen Verhältnissen durch die Leichenäcker erreicht. In dieser Richtung hat Fleck[1]) ausgedehnte Untersuchungen angestellt, indem er eine ganze Reihe von Brunnen auf den 9 Dresdener Begräbnissplätzen wiederholten Analysen unterwarf, wobei er vorzugsweise jene Stoffe quantitativ bestimmte, welche als von der Zersetzung faulender organischer Substanzen herrührend angesehen werden müssen. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen waren die, dass die Zusammensetzung der Dresdener Kirchhofwässer in ihrem Gehalt an Verwesungs- und Vermoderungsmaterial von der mittleren Zusammensetzung der Dresdener Brunnenwässer im Allgemeinen nicht wesentlich abweicht; ferner, dass, wenn man, was Niemand anzweifeln wird, die Salpetersäure in den

1) 2. u. 3. Jahresb. d. chem. Centralstelle f. öffentl. Gesundheitspfl. in Dresden.

Brunnenwässern als von der Verwesung organischer und stickstoffhaltiger Bestandtheile des Bodens herrührend betrachtet — und wenn die Menge der Salpetersäure überhaupt andrerseits einen Schluss rechtfertigt, der dahin geht, dass, je mehr Salpetersäure im Wasser, desto mehr lösliche, organische Stoffe im Boden —, die Resultate der Kirchhofbrunnenwasseruntersuchungen aussagen, dass auch der Boden der ältesten Kirchhöfe wenig lösliche organische Stoffe an das Regenwasser abgibt, oder dass der Zersetzungsprocess derartig langsam vorschreitet, dass aus einer Senkgrube oder einer schlecht eingerichteten Abortgrube eines Hauses, sowie aus den Schleusen und Abzugskanälen desselben im Laufe eines Jahres mehr organisches Verwesungs- und Fäulnissmaterial in gelöster Form dem Grundwasser zugeführt wird, als durch die Gräberumgebung des reichlichst besetzten Kirchhofs.

Aehnliche Resultate, wie die Arbeiten von Fleck haben auch die Anderer ergeben. Sie zeigen, dass die Brunnen auf Kirchhöfen meist auch keinen grösseren Gehalt an Ammoniak, Salpetersäure, Chlor und organischen Stoffen besitzen, als vom Grundwasser gespeiste Brunnen bewohnter Orte, dass sie sich mitunter sogar durch ganz reines Wasser auszeichnen.[1]

Man hat allerdings vielfach angenommen, dass schon ein sehr geringer Gehalt an faulenden organischen Substanzen dem Trinkwasser gesundheitsschädliche Eigenschaften verleiht. Was diese Befürchtungen betrifft, so muss hier im Allgemeinen auf den betreffenden Abschnitt dieses Handbuches verwiesen werden; es genügt hier an die Versuche von Emmerich[2] zu erinnern, welcher nachgewiesen hat, dass der Genuss von Wasser, das reichliche Mengen organischer Stoffe enthält, die den menschlichen und thierischen Abfällen entstammen, keinerlei Störungen der Gesundheit bei Menschen und Thieren hervorbringt und dass selbst die subcutane Injection von Wasser aus stark verunreinigten Brunnen bei Thieren nur ganz vorübergehende Temperatursteigerung bewirkt. Die Thatsache, dass die faulenden Stoffe in unserem Falle von Leichen stammen, ändert nichts in Beziehung auf ihre Gefährlichkeit. Man darf nur bedenken, dass das Wasser jedes Brunnens und jeder Quelle über zahlreiche Leichen gegangen ist. Alles trinkbare Wasser stammt aus der Atmosphäre. Die ganze Oberfläche der Erde, auf die es fällt, wimmelt

1) Vergl. 11. Jahresbericht des sächsischen Landes-Medicinal-Collegiums auf das Jahr 1879. S. 178.

2) Die Einwirkung verunreinigten Wassers auf die Gesundheit. Zeitschr. f. Biologie. Bd. 14. S. 563—603.

von Leichen und man kann nicht annehmen, dass die todten Regenwürmer, Insekten, Eidechsen, Mäuse, Maulwürfe u. s. w. bei ihrer Verwesung anders wirkende Producte liefern sollen, als die todten Menschen. Jedenfalls ist nichts bekannt, dass Leute, welche Wasser aus Kirchhofbrunnen Jahre lang geniessen, irgendwie darunter leiden. Diese Thatsache wird unter Anderen auch von Fleck ausdrücklich constatirt.[1])

Was die Mikroorganismen anlangt, so kommen hier nur die Spaltpilze in Betracht und es ist zu unterscheiden zwischen den eigentlichen Infections- und den Fäulnissbakterien. Die Infectionsbakterien zerfallen in zwei Gruppen: In solche, welche im Menschen reproducirt werden, und in solche, die ausserhalb des Menschen, also unter Umständen im Boden wachsen. Die Ersteren gelangen mit den Leichen in den Boden und können dort von dem durchsickernden Wasser mitgeführt werden. Indessen nimmt Nägeli an, dass sie schon nach kurzer Zeit, längstens nach 4—8 Wochen durch die Fäulniss zerstört sind und es besteht also eine Gefahr, dass sie in das Trinkwasser gelangen nur für die allererste Zeit nach dem Begräbniss einer Leiche, welche an einer der hierher gehörigen Infectionskrankheiten gestorben ist. — Bezüglich der zweiten Gruppe ist kein Grund vorhanden um anzunehmen, dass sie in einem Kirchhofboden sich zahlreicher entwickeln sollen, als in jedem mit organischen Zersetzungsproducten imprägnirten Boden; aber es kann nicht bestritten werden, dass sie ins Wasser und durch dieses in die Menschen gelangen. Was nun die Wahrscheinlichkeit betrifft, dass durch diese beiden Gruppen von Bakterien, wenn sie mit dem Trinkwasser dem Körper zugeführt werden, Krankheiten entstehen, so muss hier auf den diessbezüglichen Abschnitt dieses Handbuches verwiesen werden. Es genügt hier zu sagen, dass diese Wahrscheinlichkeit eine ausserordentlich geringe ist; denn einerseits wird gewiss ein Theil derselben schon durch einen nur kurze Zeit währenden Aufenthalt im Wasser unwirksam, und andrerseits werden sie durch den Magensaft und die Galle in ihrer Lebensenergie sehr geschwächt.

Fäulnissbakterien entwickeln sich, wenigstens in den ersten Zeiten der Leichenzersetzung in colossalen Quantitäten, später, wenn allmählich der grösste Theil des Wassers aus der Leiche entfernt ist, werden sie bei normalem Verlauf der Zersetzung wohl in den meisten Fällen durch die Schimmelpilze verdrängt. Wenn man

---

1) 2. Jahresbericht der chem. Centralstelle etc. S. 53.

übrigens bedenkt, welche enormen Mengen von Fäulnisspilzen im Boden bewohnter Orte, in den Städten durch die Excremente und Abfallstoffe, in viehzuchttreibenden Dörfern in Folge der Düngerstätten gebildet werden und in die Brunnen gelangen können, ohne dass daraus ein nachweisbarer Schaden für die Gesundheit entsteht, so muss dem gegenüber die Gefahr, welche in dieser Richtung von einem Kirchhof droht jedenfalls auf ein äusserst geringes Maass zusammenschrumpfen, wenn nicht ganz verschwinden.

Die Befürchtungen, welche man von der Verunreinigung des Wassers durch die Kirchhöfe gehegt hat, sind vielfach ungemein übertrieben worden. Die Verdünnung, welche die Fäulnissproducte im Wasser erfahren ist meistentheils eine ganz ungeheuer grosse und wir geniessen sehr häufig in anderer Form ungemein viel grössere Quantitäten von faulenden organischen Stoffen oder von Fäulnisspilzen ohne jeden Schaden für unsere Gesundheit, als in dem Wasser eines Kirchhofbrunnens. Nehmen wir nur faulendes Fleisch (Wildpret mit haut goût), Käse, besonders Schmierkäse, Seefische, wie man sie im Binnenland erhält, ebenso Hummern, Sauerkraut etc., so begreift man wohl kaum, wie man angesichts der geradezu colossalen Mengen von Fäulnissproducten und Spaltpilzen, welche wir uns mit Vergnügen einverleiben, die riesigen Verdünnungen, in denen sie im Trinkwasser, welches einen Kirchhof passirt hat, vorkommen können, krankheitserregender Eigenschaften beschuldigen kann. Dort liebt man den scharfen Ammoniakgeruch, hier würde schon eine Spur Ekel erregen. Man hält dieselben Producte der faulenden Zersetzung des Eiweisses für unschädlich und völlig geniessbar und geniesst sie in Menge, wenn unsere Sitten sie in der Speise wünschen, und für ekelhaft und verpestend, wenn wir die nämlichen in lächerlich kleinen, wahrhaft homöopathischen Quantitäten da finden, wo wir sie nicht suchen, im Wasser.

IV.

Hygienische Maassnahmen zum Zwecke einer rationellen Beerdigung. Anlegung von Begräbnissplätzen.

Wie aus dem Vorhergehenden zu entnehmen ist, sind die Gefahren, welche den Lebenden von den Todten drohen bei Weitem nicht so gross, als man sie häufig gemacht hat; unter Umständen aber ist doch die Möglichkeit gegeben, dass von den Leichen gesundheitsschädliche Einflüsse ausgehen und man thut daher gut, im

Allgemeinen Maassnahmen zu treffen, welche Schutz gegen etwaige krankheitserregende Momente gewähren.

Vor der Bestattung sind bloss die Leichen von Kranken gefährlich, welche an solchen Infectionskrankheiten gestorben sind, bei welchen die Ansteckungsstoffe sich an der Oberfläche des Körpers befinden, wie dies bei den exanthematischen Krankheiten der Fall ist, denn es ist immer die Möglichkeit vorhanden, dass von solchen Leichen etwas in die Luft gelangt und Ansteckung bewirkt. Aus anderen Leichen können keine Infectionskeime in die Luft gelangen, denn sie befinden sich im Innern der Leiche im benetzten Zustand (vergl. o. S. 315). Nur wenn solche Leichen äusserlich mit ihren eigenen Auswurfsstoffen beschmutzt sind, kann von ihnen eine Infection ausgehen, weil diese Substanzen eintrocknen und dann in die Luft gelangen können. Am einfachsten wird in beiden Fällen einer Ansteckung vorgebeugt, wenn man, wie Nägeli vorschlägt, die Leichen gleich nach dem Tode in nasse Tücher einwickelt und diese Tücher bis zum Begräbniss nass erhält, wodurch ein Entweichen körperlicher Elemente in die Luft verhindert wird.

1. Bodenbeschaffenheit und Lage der Begräbnissplätze.

Die Hauptaufgabe der Hygiene bei der Beerdigung der Todten ist, wie schon oben gezeigt wurde, die Fäulniss der Leichen möglichst hintanzuhalten und die Verhältnisse so zu gestalten, dass an Stelle der Spaltpilze und der Fäulniss die Zersetzung durch Schimmelbildung und Verwesung Platz greift. Dies lässt sich nach Nägeli[1]) auf verschiedenen Wegen herbeiführen, — durch Wasserentziehung (indem man die Substanz bis auf einen gewissen Grad eintrocknen lässt), durch Zusatz von Säuren oder von Salzen. Ferner begünstigt der Sauerstoff die Schimmelbildung, so dass bei reichlichem Luftzutritt ein geringerer Grad von Austrocknung, eine geringere Menge von Salzen oder Säuren erforderlich ist, um die Fäulniss zu verhindern.

Es handelt sich also darum, wie verfährt man am besten um in Anwendung eines oder mehrerer dieser Mittel auf Begräbnissplätzen Bedingungen herzustellen, welche bewirken, dass an Stelle der Spaltpilze und der Fäulniss, Schimmelbildung und Verwesung tritt.

Das erste und hauptsächlichste Bedürfniss ist, dass zu Begräbnissplätzen ein Boden gewählt wird, der trocken und möglichst leicht durchgängig für Luft ist, damit einerseits die Austrocknung und andrerseits der Zutritt von Sauerstoff befördert wird.

1) Die niederen Pilze etc. S. 256.

Es muss der Kürze halber hinsichtlich der weiteren Begründung auf das weiter oben Angegebene hingewiesen und soll hier nur das Resume gegeben werden, dass diese Bedingung am vollständigsten dadurch erreicht wird, dass möglichst grobporiger Boden zu einem Begräbnissplatz verwendet wird; denn diese Eigenschaft des Bodens bewirkt ein rasches Durchsickern der atmosphärischen Niederschläge und damit schnelles Austrocknen des Bodens, sie verhindert ein Aufsteigen durch Capillarwirkung von Grundwasser aus der Tiefe, und sie gestattet der Luft am leichtesten Durchtritt, indem sowohl dynamischen, als Diffusionsströmungen der geringste Widerstand entgegengesetzt wird. Es muss demnach grobkörniger Kies als das beste Material bezeichnet werden, dann kommt feiner Kies, dann Sandboden, ungünstig sind mit Sand gemischter Lehmboden und in noch viel höherem Grad Thon-, Moor- und sehr humusreicher Boden.

Es dürfte vielleicht nicht überflüssig sein hier noch einmal zu betonen, dass es nicht die Summe des Rauminhaltes der in einem Boden enthaltenen luftführenden Zwischenräume, das Porenvolum, wie es Renk genannt hat, ist, worauf der Schwerpunkt gelegt werden muss, sondern vielmehr die Weite der Poren, denn es können, wie Renk gefunden hat, bei gleichem Porenvolum und unter sonst vollkommen gleichen Verhältnissen durch Boden Luftmengen hindurchgehen, die um das 20000fache verschieden gross sein können und diese Unterschiede werden lediglich bedingt durch eine verschiedene Weite der Poren. Rüppell[1]) hat daher Unrecht, wenn er sagt, steiniger Boden sei bei der Anlegung von Begräbnissplätzen zu vermeiden, weil sein Luftgehalt in demselben Verhältniss geringer wird, in welchem der Raum, den die Steine einnehmen, sich steigert. Die letztere Angabe ist zwar gewiss richtig, allein es werden bei grober Beschaffenheit der Bodenconstituanten die Poren weiter und daher der Luftzutritt wegen der geringeren Reibung erleichtert.

Die Befürchtung, dass aus weitmaschigem Boden die gasigen Zersetzungsproducte der Leichen in grosser Menge austreten und die Luft verpesten, ist, wenn die bedeckende Schichte nicht gar zu dünn ist, ebenfalls hinfällig, denn, wie aus den Untersuchungen von Fleck[2]) hervorgeht, ist die Luftbewegung im Sand- und Kiesboden eine viel lebhaftere, als in Bodenarten mit engeren Poren und es wird daher in demselben eine viel bedeutendere Verdünnung der Leichenemanationen statt haben müssen. Ebenso hat Fleck beobachtet, dass der

1) Ueber die Wahl der Begräbnissplätze etc. Vierteljahrschr. f. gerichtl. u. öffentl. Medicin. Neue Folge. 8. Bd. 1. Heft. S. 32.

2) 3. Jahresbericht der chem. Centralstelle etc. S. 41.

Kirchhofgeruch auf Begräbnissplätzen in Lehm- und Sandboden viel intensiver ist, als auf solchen mit leicht durchlässigem Kiesboden.[1])

Riecke[2]) macht darauf aufmerksam, dass Thonböden, wenn sie austrocknen, sich bedeutend zusammenziehen und dass tiefe Risse in ihnen entstehen, und fürchtet, dass durch diesen Umstand den putriden Emanationen freier Ausweg gegeben werde. Rüppell[3]) gibt dagegen an, dass auf dem Kirchhof der Friedrichs-Werder'schen Gemeinde in Berlin, der aus reinem Thonboden besteht, noch niemals der geringste übele Geruch bemerkt worden sei, und er betrachtet die Spalten eher als ein Correctiv, durch welches die Natur die Unzulänglichkeit der Permeabilität wieder ausgleicht.

Ob die chemische Zusammensetzung einer Bodenart von Einfluss auf die Art der Leichenzersetzung ist, lässt sich wie schon oben (S. 275) angegeben, nicht mit Sicherheit sagen. Vielleicht übt humusreicher Boden insoferne eine chemische Wirkung, als die in ihm enthaltenen organischen Stoffe bei ihrer Zersetzung Sauerstoff wegnehmen, der in Folge dessen den Leichen nicht zu Gute kommt. Mir ist es jedoch wahrscheinlicher, dass die Wirkung des Humus mehr darauf beruht, dass er sehr enge Poren hat und wenn er anderen Bodenarten beigemengt wird deren Poren durch Zwischenlagerung zwischen die Bodentheilchen verengt, und dass er langsam trocknet.

Sehr zu berücksichtigen sind bei der Anlegung von Begräbnissplätzen die Grundwasserverhältnisse. Wenn der Boden nass ist, so wird seine Permeabilität für Luft verringert oder ganz aufgehoben; ausserdem wird durch hohen Feuchtigkeitsgrad an und für sich die Fäulniss begünstigt, und es kann dadurch selbst in ganz grobem Kiesboden die Leichenfäulniss vorherrschend werden. Liegen aber die Leichen gar im Wasser, so wird entweder der Fäulnissprocess sehr in die Länge gezogen oder es kommt zur Adipocirebildung. Das von den atmosphärischen Niederschlägen stammende Wasser, welches durch die Gräber hindurchgesickert ist, ferner, wird, wenn das Grundwasser nur wenig tief unter der Grabessohle sich befindet, nur durch eine dünne Bodenschichte filtrirt, und bringt in Folge dessen faulende Stoffe, die es aus den Gräbern mitgenommen hat, in das Grundwasser. Es muss aus diesen Gründen auf eine möglichst dicke Schichte Boden, welche das Grab vom Grundwasser trennt, das grösste Gewicht gelegt werden. Boden, in welchem das

1) 4. u. 5. Jahresbericht der chem. Centralstelle etc. S. 65.

2) Ueber den Einfluss der Verwesungsdünste etc. Stuttgart 1840. S. 167.

3) A. a. O. S. 31.

Grundwasser unter Umständen so hoch steigt, dass es bis in die Gräber dringt, ist unter allen Verhältnissen als Begräbnissplatz ganz und gar unbrauchbar.

Das Niveau des Grundwasserspiegels ist beständigen Schwankungen unterworfen. Zum Zwecke ein Maass für dessen durchschnittliche Entfernung von der Bodenoberfläche zu gewinnen, genügt daher eine einzige Nachgrabung nicht, sondern es sollte durch langjährige Beobachtung die Amplitüde der Schwankungen erst constatirt sein, denn diese kann unter Umständen ziemlich gross sein. In München z. B. beträgt die Differenz zwischen dem höchsten und niedrigsten Stand des Grundwasserspiegels im Laufe der 25 Jahre, während deren regelmässige Beobachtungen angestellt worden sind mehr als 1,5 Meter. In den meisten Fällen werden allerdings solche Beobachtungen nicht zu Gebote stehen, wenn es sich um die Anlage eines Friedhofes handelt, man muss dann eben auf andere Weise Anhaltspunkte über die Höhe, bis zu welcher das Grundwasser häufig emporsteigt zu erhalten suchen und dies wird sich am leichtesten ermitteln lassen durch Nachforschungen über das allenfallsige Eindringen von Grundwasser in die Keller der Wohnungen eines Ortes.

Die Ermittelung der Mächtigkeit des Grundwasserstromes und der Richtung seines Laufes ist ebenfalls von Wichtigkeit, denn einerseits werden durch eine grössere Wassermasse faulende Stoffe, die allenfalls in das Grundwasser gelangen, ausserordentlich verdünnt und andrerseits erfährt man durch die Kenntniss der Stromrichtung mit Sicherheit, ob das Wasser von Brunnen, in deren Nähe der Begräbnissplatz seine Stelle finden soll, überhaupt durch denselben verunreinigt werden kann; denn wenn die Richtung des Gefälles von einem Brunnen gegen den Kirchhof zu verläuft, so ist diese Möglichkeit ausgeschlossen auch bei noch so grosser Nähe des Brunnens. Die Mächtigkeit des Grundwassers direct zu bestimmen fehlt es zur Zeit an Mitteln; man ist darauf angewiesen aus anderen Umständen, wie der Zahl und Ergiebigkeit von nahe gelegenen Brunnen und Quellen einen ungefähren Schluss auf die quantitativen Verhältnisse des Grundwassers zu ziehen. Die Richtung des Grundwassergefälles lässt sich unter Umständen durch Messung und Vergleichung des Wasserspiegels verschiedener Brunnen bestimmen, in den meisten Fällen aber wird dies nur durch genaue Nivellirung möglich sein. Da die Richtung des Gefälles des Grundwassers auch in anderer Beziehung hygienisch von Wichtigkeit ist, so kann man sich dem Wunsche Pettenkofer's, dass jede Stadt einen Niveauplan der einzelnen Brunnenspiegel besitzen sollte, gewiss nur anschliessen.

Damit ein Boden als Begräbnissplatz geeignet ist, muss er noch einige Eigenschaften besitzen, welche sich mehr darauf beziehen, dass er der Herstellung der Gräber mechanisch keine Schwierigkeiten bereitet. Er darf nicht zu locker sein, so dass die Wände des Grabes beim Ausgraben desselben nicht einstürzen. Andrerseits ist felsiger oder sehr steiniger Boden wegen der Schwierigkeiten, die er der Bearbeitung entgegensetzt zu vermeiden.

Nach diesen Erörterungen ist es klar, dass, wenn man bei Anlegung eines Begräbnissplatzes in der Auswahl des Platzes und des Bodenmaterials frei ist, man sich für diejenige Lage entscheiden muss, wo der Boden am trockensten und luftigsten ist, also Kies oder Sand möglichst hoch über dem Grundwasser. — Hat man aber keine freie Wahl, sondern ist man auf eine oder verschiedene Bodenarten oder Plätze angewiesen, die aber alle ungünstig sind für die Verwesung und die Fäulniss begünstigen, so muss man darnach trachten die ungünstigen Eigenschaften durch geeignete Maassregeln nach Kräften zu reduciren und dies erfolgt durch Vorkehrungen, welche dem Boden ein möglichst hohes Maass von Trockenheit und Permeabilität verschaffen.

Man hat zwei Mittel dies zu erreichen 1. durch Drainiren und 2. durch Aufschütten. Beim Drainiren muss man sich eines guten Systems mit hinreichend tiefen Abzugsgräben, welche den Platz rings umgeben, bedienen. Hierbei ist jedoch dafür Sorge zu tragen, dass das ablaufende Wasser, wenn die Kirchhöfe einmal in Gebrauch sind, in geeigneter Weise abgeleitet wird. Ist der Boden felsig, oder der durchschnittliche Stand des Grundwassers nur so wenig tief unter der Bodenoberfläche, dass die Leichen bei gewöhnlicher Tiefe der Gräber ins Wasser kommen würden, so muss der Platz durch Aufschüttung über die benachbarte Bodenfläche erhöht werden. Dabei ist natürlich so viel als möglich als Aufschüttungsmaterial Kies zu verwenden. Aufgeschütteter Boden hat den Nachtheil, dass er locker ist und daher längere Zeit braucht, bis er sich zusammensetzt und die nöthige Festigkeit erhält um beim Ausgraben der Gräber zu halten; ausserdem wird die Schichte durch das Sichsetzen des Bodens niedriger, man muss daher die Aufschüttungen entsprechend höher machen.

Je mehr die Beschaffenheit des Bodens dazu geneigt ist die Feuchtigkeit anzuziehen und festzuhalten, umsomehr ist durch zweckdienliche Anlage der Oberfläche dafür Sorge zu tragen, dass das Regenwasser möglichst abfliesst und nicht eindringt.

Die Befürchtung, dass durch Anwendung aller möglichen Maass-

regeln um einen Kirchhofboden recht trocken zu erhalten am Ende ein Grad von Trockenheit erreicht würde, so dass die Leichen mumificiren und gar nicht in Verwesung übergehen möchten, braucht man nicht zu hegen. Denn es ist zu bedenken, einerseits, dass die Oberfläche hin und wieder vom Regen benetzt wird, dass sie eine mehr oder weniger mit Vegetation bedeckte Humusschicht besitzt und bei trockenem Wetter wohl auch meistens begossen wird — andrerseits, dass in der Tiefe entweder Grundwasser oder eine nasse undurchlässige Schicht sich befindet. Der die Leichen aufnehmende Untergrund ist daher eingeschlossen zwischen einer absolut feuchten (nassen) und einer relativ feuchten Schicht. So trocken sie nun an und für sich ist, so muss sie, wie sich aus einer Menge von Beispielen und Versuchen im Kleinen ergibt, immer noch mehr als genug Feuchtigkeit enthalten, um eine reichliche Schimmelvegetation zu gestatten.[1])

Es ist eine ziemlich verbreitete Anschauung, dass eine Lehmdecke über den Gräbern das Austreten der Fäulnissgase in die Luft verhindere. Diese Ansicht ist, wie Pettenkofer darthut[2]), unbegründet. Denn eine solche Lehmdecke ist nicht nur nicht luftdicht, sondern nicht einmal wasserdicht. Die Lehmdecke bewirkt nur, dass nicht genug Luft in den Gräbern wechselt und der Boden nach einem Regen zu lange feucht bleibt, um der Verwesung ein Uebergewicht über die Fäulniss zu verschaffen, ist aber durchaus nicht im Stande, den durch Fäulniss entstehenden Gasen den Austritt zu verwehren.

Es ist oben dargethan worden, dass der Kirchhofgeruch direct keinen Schaden für die Gesundheit bringt, dass er jedoch indirect vielleicht schädlich, jedenfalls aber lästig wirkt, weil er die in der Nachbarschaft eines Friedhofs Wohnenden veranlasst möglichst wenig die Fenster der Wohnungen zu öffnen und ihnen so die Zufuhr der frischen Luft verkümmert. Fleck[3]) hat gefunden, dass die Ursache des Kirchhofgeruches darin zu suchen ist, dass beim Aufgraben alter Gräber zum Zwecke der Wiederbelegung Erdreich, in welchem Theile der organischen Masse der Leiche noch nicht vollständig zerstört sind, mit der Atmosphäre in offene Berührung gebracht werden und in Folge dessen der Verwesungsgeruch sich aufs Neue geltend macht. Fleck gibt zugleich an, dass die Mischung von altem Gräberboden

1) Nägeli, Die niederen Pilze etc. München 1877. Oldenbourg. S. 258.

2) Zeitschr. f. Biologie. Bd. 1. S. 63.

3) 4. u. 5. Jahresbericht der chem. Centralstelle etc. 1876. S. 65.

mit ungefähr $^1/_{10}$ seines Volums von schwach angefeuchtetem Lohmehl den Geruch fast augenblicklich zum Verschwinden bringt. Aehnlich und fast gleich intensiv soll seiner Aussage nach Holzsägemehl wirken. Ich bin überzeugt, dass durch Bedecken des stinkenden Bodens mit einer Schichte trockener Gartenerde das Gleiche erreicht wird und erinnere in dieser Hinsicht nur an das Moule'sche Erdcloset. Ausserdem wandte schon Orfila[1]) zum Zwecke der Zerstörung des Leichengeruches bei Exhumationen Begiessungen des Cadavers und des Erdreichs mit Chlorkalk mit Erfolg an. Die gleiche Erfahrung machte Créteur[2]) bei den Desinfectionsarbeiten auf dem Schlachtfeld von Sedan. Beim Begiessen des Erdreiches mit Chlorkalklösung verschwand der Leichengeruch in wenigen Augenblicken (vgl. Créteur S. 49). Man hat also in diesen Stoffen wirkliche Desodorisationsmittel, welche leicht und billig zu haben sind und den Kirchhofgeruch sicher zerstören.

Diese Mittel können unter Umständen entbehrlich gemacht und noch andere Nachtheile vermieden werden durch eine entsprechende Lage des Kirchhofes. Der Kirchhof soll wo möglich an einem Ort liegen, an welchem übeler Geruch durch eine möglichst rasche Verdünnung mit grossen Mengen frischer Luft zum Verschwinden gebracht wird. Dies lässt sich am leichtesten erreichen auf hochgelegenen den Winden leicht zugänglichen Punkten. — Hohe Lage eines Kirchhofes verdient überdies, wie schon weiter oben hervorgehoben wurde wegen der meist grösseren Entfernung des Grundwassers von der Grabessohle den Vorzug. Am günstigsten ist ein hochgelegenes Plateau. Auch ein Platz jenseits eines Hügels vielleicht an einem von der Stadt abgewandten Bergabhang würde den Zweck, den Verwesungsgeruch von den bewohnten Stätten abzuhalten zweckmässig erfüllen. Indessen ist gegen Bergabhänge Verschiedenes zu erinnern. Sie dürfen vor Allem keinen zu starken Neigungswinkel haben. Ich theile zwar aus schon oben angeführten Gründen die Befürchtung Rüppell's[3]) nicht, dass bei steilen Abhängen das Regenwasser rasch abfliesst und in Folge davon die Leichen nicht benetzt werden und nur äusserst langsam vermodern; dagegen glaube ich mich dahin aussprechen zu müssen, dass die nach abwärts am Ende der Abhänge gelegenen Theile meist feucht

---

1) Orfila u. Lesueur, Handbuch zum Gebrauche bei gerichtl. Ausgrabungen etc. Uebersetzt von Güntz. Leipzig 1832.

2) Créteur, L'Hygiène sur les champs de batailles. Paris 1871. Baillière.

3) Die Wahl der Begräbnissplätze. Vierteljahrsschr. f. gerichtl. u. öffentl. Medicin. N. F. Bd. 8. Heft 1. S. 34.

sind und daher die Fäulniss der daselbst begrabenen Leichen mit ihren Consequenzen begünstigen. Bei zu grossem Neigungswinkel ist ferner die Gefahr vorhanden, dass das durch häufiges Aufgraben gelockerte Erdreich, besonders nach Zeiten anhaltend nassen Wetters, rutscht.

In Niederungen und wasserreichen Gegenden muss bei Anlage eines Kirchhofes auch noch die Möglichkeit von Ueberschwemmungen berücksichtigt und der Kirchhof davor gesichert werden, denn es sind Fälle vorgekommen, dass die Fluthen die Gräber geöffnet und die Leichen fortgeschwemmt haben.

Bei hochgelegenen Plätzen ist noch auf einen Punkt zu achten, nämlich, dass sie, besonders gilt dies auch für den Winter, leicht zugänglich sind.

2. *Särge.*

Durch die in Obigem angegebenen Vorkehrungen wird es möglich werden mehr oder weniger vollständig im Boden Bedingungen herzustellen, welche der Verwesung das Uebergewicht über die Fäulniss verleihen. Indessen wird es durch derartige Behandlung des Bodens nicht immer gelingen den Leichnam vor Benetzung von oben zu schützen. In dieser Beziehung tritt der Sarg ergänzend ein. Ich habe schon oben (S. 267) meiner Anschauung Ausdruck verliehen, dass die Särge nicht blos Bedingungen schaffen, welche eine Verzögerung der Leichenzersetzung im Gefolge haben, wenn sie auch vielleicht bei der jetzt gebräuchlichen Construction manche Nachtheile dadurch bringen, dass sie den Zutritt von Luft erschweren. Bei zweckmässiger Herstellung kann durch die Särge gewiss eine Beschleunigung des Ueberganges von Fäulniss in Verwesung erzielt werden, indem einerseits die Befeuchtung der Leiche von oben verhindert und andrerseits der Luftzutritt und der Abfluss von Fäulnissjauche und die Wasserverdunstung befördert werden. Nägeli[1]) schlägt daher vor, dem Sarg einen übergreifenden Deckel zu geben, der zweckmässig, wenn auch nicht nothwendig, aus hartem Holz gefertigt ist. Die Wände des Sarges sollen durchbohrt sein oder was noch besser ist aus Latten, mit möglichst grossen Zwischenräumen bestehen. Das Allerbeste wäre, wie Nägeli meint, vielleicht, wenn der in die Todtengewänder gehüllte Leichnam unmittelbar auf die mütterliche Erde gelegt und nur mit einem gewölbten Sargdeckel bedeckt würde. Den Rath, die Leichname gänzlich ohne Sarg zu

1) Die niederen Pilze etc. München 1877. Oldenbourg. S. 259.

beerdigen hält Nägeli nur dann für rationell, wenn der Boden ganz trocken und vor dem eindringenden Regenwasser geschützt ist.

In neuerer Zeit sind von mehreren Seiten Vorschläge gemacht worden, welche dahin zielen die Todten unschädlich zu machen durch Beseitigung der bei ihrer Zersetzung entstehenden übelriechenden Producte. Dies wurde auf zweierlei Weise zu erreichen gesucht: 1. durch Einlegen der Leichen in Kohlenpulver, und 2. durch Einschliessen derselben in Cement.

Das erstere Verfahren ist hauptsächlich von Francis Seymour Haden und E. Hornemann[1]) empfohlen worden. Die Leichen sollen dabei in einen Sarg kommen, dessen Wände durchbrochen, also entweder mit Bohrlöchern versehen oder aus Weidengeflecht, Latten etc. hergestellt sind; der nackte Leichnam aber wird zwischen einige Zoll dicke Schichten von Kohlenpulver eingebettet. Nach den Versuchen von Stenhouse verläuft die Zersetzung der Leichen in Holzkohlenkleie rasch und völlig geruchlos. Man kann daher obiges Verfahren mit Vortheil anwenden bei Leichnamen die in geschlossenen Grüften in Kirchen etc. beigesetzt werden; beim Begraben in einem guten Kirchhofboden mit entsprechendem Sarg bedarf man desselben nicht. Es spielt hier der Boden dieselbe Rolle wie dort das Kohlenpulver.

Die andere Methode, nämlich die Leichen in hermetisch schliessenden Steinsärgen zu conserviren war schon bei den alten Peruanern in Gebrauch.[2]) In neuerer Zeit ist sie von Steinbeis[3]) in Stuttgart wieder in Vorschlag gebracht worden und zwar in der Weise, dass die Leichen zuerst mit einer dünnen Lage von Cement incrustirt und dann in einen Cementsarg gebracht und mit flüssigem Cement umgossen werden, so dass sie in eine Art künstlichen Felsen eingeschlossen sind. Für ein analoges Project hat ein Herr Gratry[4]) ein Patent erworben und in dieselbe Categorie gehört eine Erfindung von Trübenbach[5]), der eine Masse verwendet, die der des sog. Siderolith ähnlich ist.

Wenn man bei diesen Steinsärgen ganz von anderen Einwänden absieht, welche sich gegen dieselben theils hinsichtlich des Kostenpunktes, theils wegen der geringen Resistenzkraft des Materials gegen

1) Hygienische Abhandlungen. Deutsche Uebersetzung v. E. Liebich. Braunschweig 1881. Vieweg u. Sohn. S. 82.

2) Wernher, Die Bestattung der Todten. Giessen 1880. J. Ricker. S. 92.

3) Beilage zur allgem. Zeitung 1874. Nr. 154.

4) Dévergie, Nouveau mode d'inhumation dans les cimetières. Annales d'hygiène etc. 1876. I. série. p. 86.

5) Zeitschr. f. Epidemiologie. Bd. 2. Heft 1. S. 49.

äussere Einflüsse erheben lassen, so sind sie schon desshalb zu verwerfen, weil sie eine Conservirung der Leichen bewirken, während von hygienischen Gesichtspunkten eine möglichst rasche und vollständige Zerstörung derselben angestrebt werden muss.

3. Chemische Mittel zur Beförderung der Verwesung.

Unter gewöhnlichen Verhältnissen wird die Zersetzung der Leiche stets durch Fäulniss eingeleitet und erst nach kürzerer oder längerer Zeit tritt, auch wenn Boden und Sarg noch so zweckentsprechend sind, die Verwesung an Stelle der Fäulniss. Es ist indess möglich durch chemische Mittel, welche der Spaltpilzbildung hinderlich, dagegen der Schimmelbildung förderlich sind, die Leichen vor Fäulniss zu bewahren.[1]) Dies geschieht durch Salze oder Säuren (Kochsalz, Schwefelsäure, Salzsäure, Oxalsäure, Weinsäure) oder auch durch Salz und Säure zugleich. Nägeli schlägt vor diese fäulnisswidrigen Substanzen theils in die Brust- und Bauchhöhle, theils in die Leichengewänder zu bringen. Für den Leichnam eines Erwachsenen von 60 Kgrm. Gewicht dürften nach seiner Ansicht 7 Kgrm. Kochsalz (ohne Säure) oder 1½ Kilo Weinsäure (ohne Salz) mehr als genügen, wenn man die Mittel in der angegebenen Weise verwendet. Wird das Oeffnen der Leiche nicht gestattet, so könnte diese auch nur äusserlich mit Salz umgeben werden, wozu es dann aber einer grösseren Menge bedarf. Doch wären auch im letzteren Falle für einen Erwachsenen von 60 Kilo Gewicht 10 Kilo Kochsalz wohl ausreichend.

Nägeli glaubt, dass, wenn die Leichen in dieser Weise in einem guteingerichteten Kirchhof beerdigt werden, die Fäulniss derselben nur in der ersten Zeit und in sehr beschränktem Maasse möglich ist und dass die Zerstörung des Leichnams schon bald nach der Beerdigung durch Schimmelpilze bewirkt wird und vollkommen ungefährlich ist.

4. Verhältniss der Lage der Begräbnissplätze zu den Wohnungen.

In den Abschnitten über den Einfluss der Leichenzersetzung auf die menschliche Gesundheit durch die Vermittelung von Luft, Boden und Wasser ist gezeigt worden, dass die sanitären Gefahren, welche von der Beerdigung der Todten zu befürchten sind, an und für sich nur sehr gering sind. Aber auch die noch etwa vorhandenen können durch nach den im Vorstehenden angegebenen Grundsätzen ausge-

1) Nägeli, Die niederen Pilze etc. S. 259.

führte zweckmässige Maassnahmen bei der Anlage von Begräbnissplätzen und bei der Beerdigung selbst, auf ein Minimum zurückgeführt, wenn nicht ganz zum Verschwinden gebracht werden. Es muss daher in erster Linie das Augenmerk immer auf die Erfüllung der in dieser Richtung erforderlichen hygienischen Bedingungen gerichtet sein und nur wenn man von dieser Seite her in der Wahl eines Platzes zur Anlegung eines Begräbnissortes in keinerlei Weise eingeschränkt ist, kann auch auf das Verhältniss der Lage zu den bewohnten Orten Rücksicht genommen werden. Es muss daher dieser letzteren Frage, welcher früher viel Gewicht beigelegt wurde, jetzt vom hygienischen Gesichtspunkt aus eine untergeordnete Stellung zugewiesen werden und es sind viel mehr Gründe anderer Art, welche theils der Pietät gegen die Todten, theils aber andrerseits dem den Menschen innewohnenden Gefühl der Scheu vor dem Tod und Allem, was darauf Bezug hat, theils finanziellen Erwägungen entspringen, die derselben eine gewisse Bedeutung erhalten.

Hinsichtlich des Verhältnisses der Lage der Begräbnissplätze zu den Wohnungen kommt einerseits die Richtung und andrerseits die Entfernung in Betracht.

Was nun zunächst die Richtung anlangt, so ist darauf Bedacht zu nehmen, dass der Friedhof nicht auf einem Platz zu liegen kommt, von welchem das Gefäll des Grundwasserstromes gegen die Wohnungen zu gerichtet ist. Ferner muss auf die vorherrschende Windrichtung, wenn eine solche überhaupt zu constatiren ist, Rücksicht genommen und der Kirchhof dann natürlich auf die entgegengesetzte Seite des Ortes verlegt werden, damit allenfallsiger übler Geruch nicht in die Wohnungen, sondern von ihnen weggetrieben wird. Trifft es sich, dass ein sonst geeigneter Platz zu Gebote steht, der durch einen kleinen Wald von den Häusern des Ortes getrennt ist, so ist es gut diesen als mechanisches Schutzmittel zu benutzen. Wenn eine wachsende Stadt die Tendenz zeigt, sich in einer bestimmten Richtung auszudehnen, so wird man diesem Umstand Rechnung tragen müssen, damit nicht in kurzer Zeit der Kirchhof von Häusern umgeben ist, was besonders dann misslich ist, wenn es sich in späterer Zeit um die Vergrösserung des Kirchhofes handelt.

Wie man sieht, lassen sich bezüglich der Richtung von bewohnten Orten, in der Begräbnissplätze angelegt werden sollen, noch gewisse Grundsätze angeben, welche auf Salubritätsrücksichten basiren. Nicht das Gleiche ist der Fall, wenn es sich um die Entfernung handelt, die zwischen einem Begräbnissplatz und einem bewohnten Ort, besonders einer Stadt offen gelassen werden soll.

Man hat sich in früherer Zeit vielfach bemüht bestimmte Distanzen anzugeben, welche die Kirchhöfe von den Wohnungen trennen sollten. Der grosse Unterschied in den Maassen der Entfernungen, welche durch gesetzliche Bestimmungen festgestellt wurden, zeigt zur Genüge, dass es mehr die subjective Anschauung des Gesetzgebers über den Grad der Schädlichkeit der Kirchhöfe war, welche als Basis für die Bemessung der Entfernung diente, als wirklich vorliegende die Schädlichkeit beweisende Thatsachen. Einige Beispiele mögen hier genügen. Das Decret vom 23. Prairial XII verlangte 40 Meter Distanz von der Enceinte der Städte und Flecken. — Das Gesetz 15 etc. 16 Victor. Cap. 85 stellt fest, dass Begräbnissplätze ohne Einwilligung des Besitzers oder Nutzniessers in London nicht weniger als 200 Yards (= 182 Meter) vom nächsten Wohnhaus angelegt werden dürfen. Preussische Regierungen haben 600 Fuss, 1000 Schritt etc. fixirt.[1]) Riecke[2]) hat vorgeschlagen bei einer Einwohnerzahl von 500—1000 Seelen 150 Schritt Abstand, bei 1000 bis 5000 Seelen 300 Schritt und darüber hinaus 500 Schritt festzusetzen, bei volkreichen Städten noch mehr.

Von hygienischen Gesichtspunkten ist, wie schon oben dargelegt, kein Grund vorhanden, der eine Entfernung der Begräbnissplätze von den Wohnungen bedingt, denn es sind von gut angelegten Kirchhöfen Nachtheile für die Gesundheit thatsächlich fast gar nicht nachzuweisen. Es ist daher von dieser Seite gar nichts dagegen einzuwenden, dass die Kirchhöfe in unmittelbarer Nähe der Häuser angelegt werden. Es sind ja auch die Fälle zahlreich genug, wo Kirchhöfe in Städten ganz umgeben von Häusern schon seit langer Zeit benutzt werden, ohne dass sich je Klagen wegen Verderbniss der Luft oder des Wassers gegen sie erhoben hätten.

Trotzdem ist es zweckmässig die Begräbnissplätze, wenn sich ein geeigneter Ort dafür findet, in einiger Entfernung von bewohnten Orten anzulegen. Es empfiehlt sich dies einerseits aus Gründen der Pietät gegen die Todten, welchen wir gerne eine stille Ruhestätte fern vom Getriebe des Lebens gönnen möchten, andrerseits aber um für den Fall, dass nach Jahren eine Vergrösserung des Gottesackers nothwendig wird, nicht durch den Umstand, dass der Platz ganz von Gebäuden eingeschlossen ist, genöthigt zu sein, einen neuen Friedhof an einer anderen Stelle anlegen zu müssen, was immer grössere Kosten macht, als eine blosse Erweiterung des schon be-

---

1) Pappenheim, Handbuch der Sanitätspolizei. Berlin 1870. 2. Bd. S. 365.
2) Ueber den Einfluss der Verwesungsdünste etc. S. 98.

stehenden. Eines der Motive jedoch, welches sich bei der Neuanlage eines Kirchhofes immer hauptsächlich geltend macht, ist die Scheu vor demselben. Pettenkofer sagt sehr mit Recht [1]): „Den meisten Menschen wohnt einmal eine gewisse Scheu vor einem Gottesacker und vor dem, was darauf vorgeht, inne, und dieses Gefühl ist überall der natürliche Hebel gewesen, der diese Anstalten aus der Nähe der menschlichen Wohnungen in allen grösseren Städten allmählich aber unaufhaltsam in die Ferne gerückt hat. Es ist deshalb vor Allem von Wichtigkeit, einen grossen Gottesacker nicht nur in hinreichender Entfernung von den Wohnungen anzulegen, sondern den Platz auch in einer Richtung zu wählen, in welcher die Ausdehnung der Stadt am wenigsten zu erwarten ist; — an diesem Platze werden die Todten am längsten Ruhe haben. Man kann zwar sagen, es sei Sache jedes Einzelnen, seine Wohnung fern vom Gottesacker aufzuschlagen und dessen Nähe zu vermeiden. Im Allgemeinen geschieht dies auch, aber die Interessen des Lebens sind mächtiger als die Scheu vor den Todten, und so lässt sich nirgends beobachten, dass die Ausdehnung einer Stadt eine andere Richtung nehme, wenn man ihr auch einen Gottesacker in den Weg legt. Die Ausdehnung schreitet fort und wenn sie hart bis an die Kirchhofmauer gelangt ist, beginnt die Agitation, den Gottesacker wieder zu entfernen. Diese Agitation wird zuletzt immer mit Erfolg gekrönt, man sieht das am Gang der Kirchhoffragen in allen grossen Städten, durch ein Zusammenwirken der verschiedensten Motive und Interessen müssen die Gottesäcker vor den Ansiedelungen der Lebenden zurückweichen, selbst wenn vom Standpunkt der Salubrität gar kein gegründeter Einwand zu erheben ist."

Bei der vorliegenden Frage ist noch einem Umstand einigermaassen Rechnung zu tragen. Es sollte nicht durch zu grosse Entfernung des Friedhofes von einer grossen Stadt den Trauernden der Besuch des Grabes eines theueren Dahingeschiedenen zu sehr erschwert werden.

5. *Tiefe der Gräber.*

Der Zweck, welcher durch eine bestimmte Tiefe der Gräber erreicht werden soll, ist, die Leiche mit einer Schicht Boden zu bedecken, welche dick genug ist, um den Austritt von übelriechenden Gasen in solcher Menge zu verhindern, dass sie für den Geruch bemerkbar werden. Die Frage, welche Dicke die Bodenschicht be-

---

1) Zeitschr. f. Biologie. Bd. 1. S. 59.

sitzen muss, um den in Rede stehenden Zweck zu erfüllen, lässt sich theoretisch nicht lösen. Sicher verhalten sich in dieser Beziehung verschiedene Bodenarten verschieden. Es ist durchaus nicht nothwendig, dass, wie es auf den ersten Blick wahrscheinlich erscheint, sehr grobporiger Boden bei gleicher Dicke der Schicht leichter zum Auftreten übelen Geruches Veranlassung gibt, als solcher mit engeren Poren; denn, wenn auch der Durchtritt der übelriechenden Gase durch Boden mit weiten Poren leichter von Statten geht, als durch feinmaschigen, so ist doch andrerseits die Luftmenge, welche durch den grobporigen Boden in der Zeiteinheit hindurchgeht eine viel grössere und dementsprechend die Verdünnung der stinkenden Gase eine viel bedeutendere.

Die Möglichkeit eines übelen Geruches würde allerdings um so mehr vermieden, je tiefer man die Gräber machte, allein es würde dieser Vortheil mit zunehmender Tiefe weit aufgewogen durch die damit verbundenen Schattenseiten. Einmal wird der Zutritt der Luft zur Leiche um so mehr erschwert, je dicker die Bodenschicht ist und demgemäss würde die Fäulniss vorherrschend werden und sich sehr in die Länge ziehen; ferner aber kommt man mit zunehmender Tiefe des Grabes dem Grundwasser immer näher und schliesslich in das Bereich desselben, was die oben geschilderten übelen Folgen für die Leiche wie für das Wasser nach sich ziehen würde.

Man ist in der vorliegenden Frage auf die Resultate der Erfahrung angewiesen und diese hat so ziemlich übereinstimmend an vielen verschiedenen Orten zu einer Tiefe der Gräber von circa 1,88 Meter geführt. Das französische Decret bestimmt sie zu 1,5 bis 2 Meter ohne zu bestimmen, unter welchen Umständen die geringere oder bedeutendere Tiefe des Grabes zu wählen ist. Nach der Hessen-Darmstädtischen Verordnung sollen die Gräber 1,73—2,01 Meter tief gemacht werden; nach der josephinischen Verordnung 6 Fuss österreichisch = 1,9 Meter tief, in dem Falle aber, wo die Ueberschüttung mit Kalk unterlassen würde, noch tiefer. Die Instruction der Regierung zu Coblenz vom 1. März 1828, die Aarauer Verordnung vom 3. August 1808, und die badische Verordnung vom Jahre 1838 schreiben 6 Fuss = 1,7 Meter Tiefe für die Gräber Erwachsener vor. Die grösste Tiefe ist in Heilbronn Sitte, nämlich 8 Fuss = 2,3 Meter; ebenfalls grössere Tiefe nämlich 2,04 Meter war durch die frühere Münchener Bestimmung vorgeschrieben, während nach der jetzt geltenden vom Jahre 1870 eine Tiefe der Gräber von 1,75 Meter für Erwachsene festgesetzt ist, es muss aber auf jedem Grabe ein Hügel von 0,43 Meter Höhe errichtet sein. Die geringste Tiefe wird

von den Regierungen von Arnsberg und Stralsund gestattet, nämlich 5 Fuss preussisch = 1,41 Meter. Letztere erlaubt sogar bei ungünstigen Grundwasserverhältnissen noch tiefer, bis auf 4 Fuss herunterzugehen, verlangt dagegen für den Grabhügel eine Höhe von 2 Fuss.

An manchen Orten wird ein Unterschied gemacht zwischen der Tiefe der Gräber von Erwachsenen und von Kindern und für letztere durchschnittlich 1,2—1,7 Meter = 4—4½ Fuss verlangt. Nur 3 Fuss = 0,94 Meter tief sogar werden die Kinder bis zu 10 Jahren auf dem Kirchhof der Werderschen Gemeinde in Berlin begraben.[1]) In München ist die Tiefe der Gräber für Kinderleichen vom 1. bis incl. 6. Lebensjahre auf 0,87 Meter; vom 7. bis incl. 11. Lebensjahre auf 1,16 Meter festgesetzt; indessen ist die Errichtung eines 0,43 Meter hohen Grabhügels vorgeschrieben. Riecke hat vorgeschlagen, man soll die Gräber bei Kindern bis zu 7 Jahren 4 Fuss = 1,15 Meter, von 7—14 Jahren 5 Fuss = 1,43 Meter, und für Personen über 14 Jahren 6 Fuss württembergisch = 1,72 Meter tief machen, vorausgesetzt, dass man die nach der Einsenkung des Sarges in das Grab hinabgeworfene Erde festtreten lässt.[2]) Es ist ganz zweckmässig die Leichen der Kinder weniger tief zu begraben, als jene Erwachsener, da bei der geringeren Gesammtmenge der fäulnissfähigen Stoffe, auch eine dünnere Erdschicht hinreichend ist, um die Zersetzung ohne äusserlich merkbaren Geruch von Statten gehen zu lassen.

Es ist schon mehrfach der Anlegung von Gräbern mit einer geringeren, als der jetzt üblichen, Tiefe das Wort geredet worden. So gibt Pettenkofer[3]) seiner Ueberzeugung Ausdruck, dass bei einem luftigen Boden auch 4 Fuss = 1,17 Meter ausreichend wären. Auch Rüppell[4]) ist der Ansicht, dass man, bei den grossen Vortheilen, welche jede Ersparniss an der Tiefe der Gräber mit sich bringt, wenigstens Versuche auf abseits gelegenen Begräbnissplätzen mit weniger tiefen Gräbern machen sollte. Er glaubt nach Erfahrungen die auf den böhmischen Schlachtfeldern im Jahre 1866 gemacht wurden, wonach nirgends auch nur die leiseste Andeutung eines übelen Geruches wahrzunehmen war, dass Versuche mit 4 Fuss tiefen Gräbern keine ungünstigen Erfolge ergeben würden.

Ich schliesse mich ebenfalls der von den letztgenannten Autoren aufgestellten Ansicht an und halte es für sehr wünschenswerth, dass

1) Rüppell, Ueber die Wahl der Begräbnissplätze. Vierteljahrsschr. f. gerichtl. u. öffentl. Medicin. N. F. VIII. Bd. 1. Heft. S. 36.

2) Riecke a. a. O. S. 177.

3) Zeitschr. f. Biologie. Bd. 1. S. 64.

4) A. a. O. S. 37.

einmal der Versuch gemacht wird eine geringere Tiefe der Gräber als die bis jetzt üblichen 6 Fuss anzuwenden. Die Angabe Rüppell's bezüglich der böhmischen Schlachtfelder ist zwar von anderer Seite nicht bestätigt worden [1]), allein es bleibt hierbei immer die Frage, wie dick die die Leichen bedeckende Schicht Boden war, und ich bin der Ansicht, dass dieselbe wohl bei vielen der Massengräber nicht so dick gewesen ist, als bei einer Grabestiefe von 1,17 Meter. Ich glaube, dass es genügen würde die Gräber so tief zu machen, dass der Sarg von einer 0,6 Meter dicken Bodenschicht bedeckt wird. Wenn hierzu noch ein Grabhügel kommt, wie dies ja meist der Fall ist, dessen Höhe auf 0,4 Meter festgesetzt werden könnte, so bin ich der Ansicht, dass damit das Auftreten jedes übelen Geruches vermieden, dagegen aber die Verwesung der Leiche sehr beschleunigt würde. Die bis jetzt übliche Tiefe von 6 Fuss hat keine weitere Stütze für sich als das Herkommen. Es erscheint daher der Versuch gewiss gerechtfertigt ein Verfahren anzuwenden, welches, wenn es sich bewährt, verschiedene nicht zu unterschätzende Vortheile bieten würde. Als solche sind zu bezeichnen 1. die grössere Schnelligkeit der Verwesung, 2. die Verminderung der Arbeit, 3. die grössere Entfernung der Leiche vom Grundwasser, durch welche einerseits eine Reinhaltung desselben für viele Fälle erzielt und andrerseits die Anlegung von Begräbnissplätzen erleichtert wird, indem dann auch Plätze gewählt werden können, welche sonst bei der jetzigen Tiefe der Gräber des Grundwassers wegen nicht benutzt werden können.

Ich habe oben aus dem Grunde nicht die Tiefe der Grabessohle, sondern jene der bedeckenden Bodenschicht als das festzusetzende Maass angegeben, weil, wie Rüppell [2]) anführt, die Höhe der Särge in verschiedenen Gegenden eine sehr verschiedene ist, so dass z. B. in Berlin die Särge fast noch einmal so hoch sind, als die am Rhein gebräuchlichen.

Für Kinder wäre natürlich eine entsprechend geringere Dicke der Bedeckung mit Boden hinreichend und es würde sich vielleicht empfehlen hier Unterschiede vom Alter bis zum 7. und vom 7. bis 11. Lebensjahre zu machen, wie dies in München der Fall ist.

6. *Durchschnittliche Grösse des Flächenraumes für ein Grab.*

Die Grösse des Flächenraumes, welchen ein Grab auf einem Kirchhof im Durchschnitt einnehmen soll, zu bestimmen, ist deshalb

---

1) Feltl, Die Desinfection des Königsgrätzer Schlachtfeldes etc. Citirt in Kirchner, Lehrbuch der Militär-Hygiene, Erlangen 1869. S. 316.

2) Rüppell a. a. O. S. 37.

von Bedeutung, weil auf diese Weise einer der Factoren gewonnen wird, welche man kennen muss, um eine Berechnung über die Grösse eines anzulegenden Begräbnissplatzes anstellen zu können. Es kommen hierbei mehrere Momente in Betracht, die im Folgenden besprochen werden sollen.

Als Maasse für die Grösse des Grabes eines Erwachsenen gibt Pappenheim[1]) folgende Zahlen an, die ich hier deshalb anführe, weil sie so, wie sie von Pappenheim aufgestellt worden sind, von verschiedenen Autoren ohne nähere Prüfung oder anderweitige Bemerkung wiedergegeben worden sind, trotzdem die Voraussetzungen nicht alle stichhaltig und das Resultat der Berechnung, welche sich auf diese Zahlen stützt, unrichtig ist.

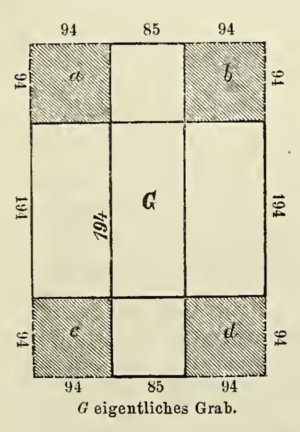
Pappenheim rechnet die mittlere Körperlänge eines Erwachsenen zu 1,6 Meter, die Breite an den Schultern resp. dem Becken zu 0,51 Meter, den Sarg am Kopf- und Fussende an jedem 4 Ctm. im Lichten länger, sonach 1,68 Meter im Lichten lang, und an den Seiten, auch an jeder 4 Ctm. weiter, sonach 59 Ctm. weit, ferner die Sargwandung 3 Ctm. dick, woraus die mittlere Sarglänge zu 1,74 Meter, die Breite zu 65 Ctm., die Gesammtsargfläche zu 1,1310 Quadratmeter resultirt; damit nun der Sarg in das Grab gesetzt werden kann, ohne die Wände des letzteren einzustossen muss das Grab in jeder Dimension etwa 10 Ctm. weiter sein, das ist Länge = 1,94 Meter, Breite = 85 Ctm., Fläche = 1,6490 Quadratmeter. Aber dies ist nur die Sohlenfläche des Grabes. Pappenheim nimmt nun weiter an, dass, um zu vermeiden, dass Grabgase aus dem besetzten Grabe bei dem Graben eines neuen durch die Seitenwand in grösserer Menge hervorkommen, als durch das Dach des Grabes, bei einer Tiefe des Grabes von 1,88 Meter der Zwischenraum zwischen zwei Gräbern ebensoviel, also für ein Grab je 94 Ctm. auf jeder Seite betragen müsse. Diese Annahme Pappenheim's ist gewiss unrichtig, denn angenommen, dass die Leichengase wirklich so dicke Bodenschichten mit Leichtigkeit zu durchdringen vermögen, so müsste der Zwischenraum zwischen zwei Gräbern jedenfalls dicker angenommen werden, als die die Leiche nach oben zu bedeckende Bodenschicht, und zwar deshalb, weil das Grab oben immer mit Humus bedeckt und meist auch bepflanzt ist. Dadurch wird für die Leichengase der Austritt nach oben sehr erschwert und sie würden gewiss so lange nach den Seiten entweichen, bis die ihnen entgegenstehenden Hindernisse an den Seiten grösser sind als jene nach oben.

---

1) Handbuch der Sanitätspolizei. Berlin 1870. Hirschwald. 2. Bd. S. 370.

Dies könnte aber nur durch eine Dicke der Zwischenräume zwischen den Gräbern erreicht werden die grösser ist, als jene der Decke des belegten Grabes. Nun entspricht aber die Leichtigkeit und Schnelligkeit mit welcher die Grabgase durch den Boden durchtreten in Wirklichkeit der obigen Annahme durchaus nicht, es ist im Gegentheil sehr wahrscheinlich dass sie eine 0,6 Meter dicke Bodenschicht in der Zeiteinheit nicht in der Menge durchsetzen, dass sie dem Geruche wahrnehmbar werden. Es ist daher die Annahme Pappenheim's, wenigstens aus dem Grund, welchen er anführt, viel zu hoch gegriffen.

Ich will indessen noch mit seinen Zahlen fortfahren um die Unrichtigkeit seiner Berechnung nachzuweisen. Pappenheim sagt: „Will man dies (den Uebertritt von Leichengasen) verhindern, so muss man die Seitenwand auch in der Dicke von circa 188 Ctm. stehen lassen, und zwar nach allen Seiten hin; zwei Gräber würden hierbei zu dem Zwischenraume an der Längsseite jedes 94 Ctm., und ebenso 94 Ctm. an der schmalen Seite beitragen; diese Zwischenfläche würde betragen für jedes Grab (auf beiden Seiten) an den langen Seiten 94 × 194, an den schmalen Seiten 94 × 85, das ist 1,8236 Quadratmeter + 0,7990 Quadratmeter + eigentlicher Grabfläche (= 1,6490 Quadratmeter) = 4,2716 Quadratmeter." Diese Rechnung ist selbstverständlich falsch. Wenn man auch vorläufig noch bei dem Modus der Berechnung von Pappenheim verbleibt, so muss jedenfalls die Summe der Quadratflächen für die Zwischenräume doppelt genommen werden, also (1,8236 + 0,7990) × 2 = 5,2452 Quadratmeter, denn es findet sich an den beiden langen Seiten je ein Stück Boden von 1,8236 Quadratmeter Fläche und ebenso an beiden schmalen je eines von 0,7990 Quadratmeter, welche, als der zu jedem Grab gehörige Theil der Zwischenwand in Rechnung gebracht werden müssen. Addirt man nun hierzu die Quadratfläche des eigentlichen Grabes so erhält man 5,2452 + 1,6490 = 6,8942 Quadratmeter als Gesammtquadratfläche des Grabes. Nun hat aber Pappenheim noch etwas vergessen. Zeichnet man nämlich nach den Angaben Pappenheim's so erhält man die nebenstehende Figur.



G eigentliches Grab.

Da nun aber die Gräber, sowohl der Länge, als der Breite nach, reihenweise angeordnet werden, so bleiben an jedem Grabe 4 Vierecke

übrig, *a*, *b*, *c*, *d*, welche Pappenheim ganz ausser Berechnung gelassen hat, die aber, wenn es sich darum handelt einen gegebenen Raum nach den Angaben von Pappenheim mit Gräbern zu besetzen einen sehr bedeutenden Fehler ausmachen. Es ist nämlich die Fläche, welche Pappenheim für ein Grab nach seinen Maassen braucht thatsächlich = (194 + 94 + 94) (85 + 94 + 94) = 10,4286 Quadratmeter, nicht aber = 4,2716 Quadratmeter wie Pappenheim angibt.

Es würde zu weit führen, wollte ich hier all die Verordnungen, welche hinsichtlich der Grösse der Gräber an verschiedenen Orten aufgestellt worden sind, wiedergeben. Es dürfte die Angabe genügen, dass nach den Zusammenstellungen von Riecke[1]) sich Schwankungen zwischen 2,2 — 7,46 Quadratmeter in verschiedenen Orten und Ländern ergeben. Die hauptsächlichste Ursache der grossen Differenzen liegt in den verschiedenen Annahmen über das Maass der Dicke der die Gräber trennenden Zwischenwandungen. Das Moment nun, worauf es bei der Bestimmung dieser Grösse ankommt, ist, wie sich aus dem oben Gesagten ergibt, nicht die Gefahr, dass Fäulnissgase aus den benachbarten, belegten Gräbern in das neue herüberdringen, sondern die Rücksicht darauf, dass die Zwischenwandungen fest genug sind, um beim Ausgraben der neuen Gräber nicht einzustürzen. Nach den Erkundigungen, welche Riecke[2]) über diesen Punkt eingezogen hat, müssen bei einer mittleren Consistenz des Bodens die Zwischenwandungen der Gräber Erwachsener mindestens einen Durchmesser von 2 Fuss = 0,57 Meter haben, wenn man sich auf ihre Solidität verlassen zu können wünscht. Es sind demnach die Maasse, welche Pappenheim hierfür angenommen hat, viel zu hoch gegriffen.

Ich glaube, dass man mit folgenden Maassen für Erwachsene im Durchschnitt in allen Fällen ausreicht: Länge der Grabessohle = 200 Ctm., Breite derselben = 100 Ctm., Dicke der Zwischenwandungen sowohl nach der Länge, wie nach der Breite = 60 Ctm., somit Gesammtfläche für ein Grab = 4,16 Quadratmeter.

Nach den polizeilichen Anordnungen des Münchener Stadtmagistrates vom 28. Jan. 1870 muss jedes Grab Erwachsener eine Länge von 2,62 Meter und eine Breite von 1,16 Meter haben. Hierbei sind die Zwischenwandungen mit einbegriffen, so dass die Quadratfläche für ein Grab eines Erwachsenen = 3,03920 Meter gross ist.

---

1) Ueber den Einfluss der Verwesungsdünste etc. S. 182 u. ff.

2) A. a. O. S. 185.

Riecke berechnet den Flächenraum für das Grab eines Erwachsenen auf 3,77 Quadratmeter[1]) und Rüppell[2]) schliesst sich dieser Berechnung an.

Es ist hier noch ein Punkt zu besprechen, der unter Umständen für die Flächenausdehnung der Gräber in Betracht gezogen werden muss, und auf welchen Pappenheim[3]) grosses Gewicht legt, nämlich der Böschungswinkel. Es ist, ausser bei sehr festem Boden, nicht möglich eine Grube von der jetzt gebräuchlichen Tiefe der Gräber mit senkrechten Wänden auszuheben, weil die Wandungen einstürzen. Man ist demnach genöthigt die Wände schief anzulegen und der dabei angewendete Böschungswinkel muss natürlich um so kleiner sein, je lockerer das Erdreich ist. Dies kann nun bei Friedhöfen grosse Nachtheile haben. Entweder müsste der Flächenraum für ein Grab ein sehr grosser sein, denn nach der Angabe von Pappenheim muss bei einem Böschungswinkel von nur 60° (er sinkt aber bei trockenem Sand bis auf 32°) und einer Tiefe von 188 Ctm., die Grube oben eine Weite von 12,3410 Quadratmeter haben. Dies ist aber aus ökonomischen Rücksichten nicht leicht ausführbar. Oder man wäre gezwungen beim Graben eines Grabes in die Gebiete der benachbarten einzudringen, nach Umständen sogar die Decke derselben schon dicht oberhalb des Sarges zu entfernen, was ebenfalls zu Unzuträglichkeiten führen würde, denn es könnte der Fall eintreten, dass die Theilnehmer an dem Begräbniss durch den Gestank aus den wenig mit Erde bedeckten nächsten Särgen sehr belästigt würden; in jedem Falle aber würden die Angehörigen der in den angeschnittenen Gräbern Ruhenden gegen den Eingriff in diese Grabstätten protestiren.

Diese Uebelstände lassen sich, wenn der Boden nicht gar zu locker ist, dadurch vermeiden, dass man die Grabwände stützt. Es wird alsdann möglich, die Gräber entweder mit ganz senkrechten Wänden oder solchen mit einem sehr hohen Winkel auszuheben.

Da auf einem Kirchhof nicht blos Erwachsene, sondern auch Kinder begraben werden, so erhält man einen neuen Factor, welcher an dieser Stelle berücksichtigt werden muss. Die Leichen von Kindern haben natürlich einen viel geringeren Raum nothwendig, als jene von Erwachsenen und es wird in Folge dessen die Grösse des Flächenraumes, welchen man durchschnittlich für ein Grab auf einem

---

1) A. a. O. S. 189.

2) Vierteljahrsschrift f. gerichtl. u. öffentl. Medicin von Horn. N. F. 8. Bd. 1. Heft. S. 42.

3) Handbuch der Sanitätspolizei. 2. Aufl. 2. Bd. S. 371.

Friedhof bedarf, eine Reduction erfahren können. Riecke[1]) nimmt drei Altersclassen an: 1. Kinder bis zum vollendeten 7. Lebensjahre, 2. Kinder bis zum vollendeten 14. Lebensjahre, 3. Erwachsene und berechnet für die 1. Classe einen Flächenraum des Grabes von 1,48 Quadratmeter, für die 2. Classe von 1,83 Quadratmeter, und für die dritte von 3,77 Quadratmeter. Er meint, dass bei einem Boden von mittlerer Consistenz 2,85 Quadratmeter als muthmaasslicher mittlerer Flächenraum für ein Grab anzunehmen sein dürften, bei lockerem Boden aber viel mehr. Es genügt aber, wenn man nur 2 Altersclassen annimmt, nämlich die eine bis zum 10. Lebensjahre und die Anderen alle als Erwachsene behandelt. Nach Dieterici[2]) waren von 100 Gestorbenen durchschnittlich etwa 46 todtgeboren oder bis zu 10 Jahre alt, und 54 über 10 Jahre alt. Rechnet man letztere als Erwachsene, und nimmt, unter Zugrundelegung der Zahlen von Riecke, für Kinder unter 10 Jahren etwa 1,65 Quadratmeter als Flächenraum an, für die Erwachsenen aber nach der oben aufgestellten Berechnung 4 Quadratmeter, so ergibt sich als Durchschnitt $\frac{(54 \times 4,0) + (46 \times 1,65)}{100} = 2,919$ Quadratmeter.

Es lässt sich übrigens auch noch ein anderes Verfahren einschlagen, wobei alle Gräber die für Erwachsene nöthige Quadratfläche bekommen. Hierbei werden immer je zwei Kinder in ein für einen Erwachsenen berechnetes Grab gelegt. Es ändert sich dann statt der Grösse für die durchschnittliche Quadratfläche eines Grabes die Zahl der für eine bestimmte Anzahl von Köpfen im Jahr nöthigen Gräber. Dieses Verfahren ist zum Theil in München gebräuchlich. Es werden dann, wenn man wieder das Alter von 10 Jahren als Unterscheidungsmoment annimmt bei einer Mortalität von beispielsweise 33 p. m. nur $\frac{(54 + {}^{46}/_{2})\, 33}{100} = 25,41$ Gräber im Jahre für 1000 Einwohner nothwendig sein.

Ich halte das letztere Verfahren der Beerdigung der Kinder deshalb für zweckmässiger, weil es dadurch ermöglicht wird lauter Gräber von gleicher Grösse zu erhalten. Es liegt aber im Interesse einer möglichst vortheilhaften Ausnutzung des vorhandenen Gesammtraumes die Gräber in regelmässigen Reihen anzulegen, welche Gräber von der gleichen Grösse enthalten. Das Benutzen der Gräber der Reihenfolge nach ist auch im Interesse der Salubrität geboten, da bei einem solchen Modus das Erdreich nur in der Umgebung

1) A. a. O. S. 187.

2) Handbuch der Statistik des preussischen Staates. Berlin 1861. S. 210.

solcher Leichen ausgegraben wird, welche schon ganz vollständig zersetzt sind, oder bei der ersten Belegung nur in der unmittelbaren Nachbarschaft solcher Leichen, welche erst kürzere Zeit begraben sind und den Boden daher noch nicht in zu grosser Ausdehnung mit Fäulnissstoffen imprägnirt haben.

Bei der oben angenommenen Fläche von 4 Quadratmeter pro Grab ist der für die grösseren Wege zwischen den Abtheilungen eines Friedhofes nöthige Platz nicht mit eingerechnet, wohl aber jener für die kleinern Wege zwischen den einzelnen Gräbern. Für die ersteren beansprucht Riecke[1]) etwa 1/8 des für die Gräber verwendeten Raumes.

In früherer Zeit begrub man besonders in Frankreich und Italien vielfach die Leichen der Unbemittelten in sog. Gemeingräbern (fosses communes) und in manchen Städten hat sich dieser Gebrauch bis auf den heutigen Tag erhalten. Bei diesem Verfahren wurden die Leichen entweder etagenweise übereinander geschichtet und zwischen jeder Lage nur eine Schicht Erde eingeschaltet, oder aber man stellt die Särge in der gemeinsamen Grube aufrecht nebeneinander. Dies scheint nach der Angabe von Rüppell[2]) in Paris auf dem Cimetière du Sud noch jetzt zu geschehen. In solchen Gemeingräbern ist einerseits das Wiederauffinden und Ausgraben einer Leiche mit grossen Schwierigkeiten und furchtbarer Verpestung der Luft verbunden, andrerseits aber wird auch die Adipocirebildung sehr befördert. Wernher[3]) führt an, dass nach Beendigung der ersten Verwesungsfrist, welche auf nur 5 Jahre festgesetzt ist, in einem solchen gemeinschaftlichen Grabe des Friedhofes Père la chaise nur noch Skelette vorhanden waren, beim 2. Turnus waren die Leichen theilweise in Fettwachs verwandelt, beim 3. alle. — Ausserdem aber wird durch diese massenhafte Anhäufung faulender Stoffe die Verunreinigung des Grundwassers sehr begünstigt.

7. *Begräbnissturnus.*

Das Maassgebende bei Aufstellung eines Begräbnissturnus muss die Verwesungsfrist sein, d. h. diejenige Zeit, in welcher der Körper nicht allein in seinen Weichtheilen vollständig zerstört ist, sondern auch der Boden beim Aufgraben keinerlei Zersetzungsproducte mehr entweichen lässt, und namentlich mit Wasser befeuchtet nicht mehr zu stinken anfängt. Auf den Zerfall der Knochen kann hierbei keine

1) A. a. O. S. 196.
2) A. a. O. S. 41.
3) Die Bestattung der Todten. Giessen 1880. S. 72.

Rücksicht genommen werden, weil die Knochen erwachsener Menschen erfahrungsgemäss die Zersetzung der Weichtheile Jahrhunderte überdauern können. Die Dauer der Zersetzung der Leichen ist, wie oben des Weiteren erörtert wurde, vorzüglich von der Bodenbeschaffenheit, dem Feuchtigkeitsgrad des Bodens und der Temperatur abhängig und kann dem entsprechend grosse Verschiedenheiten zeigen. Es ist daher nicht möglich hier allgemein gültige Normen für die Dauer der Verwesungsfrist aufzustellen. Insbesondere war man früher über diese Verhältnisse im Unklaren und es erscheinen daher die früheren gesetzlichen Bestimmungen über die Dauer des Begräbnissturnus als ganz willkürliche, den subjectiven Anschauungen und Erfahrungen des Gesetzgebers entsprungene Vorschriften. Dies documentirt sich am deutlichsten in den grossen Zeitunterschieden, welche als für die Zersetzung nothwendig aufgestellt wurden, und zwischen 5—60 Jahren schwanken. Den kürzesten Termin von 5 Jahren hat das französische Gesetz vom Jahre 1804 festgesetzt und wird diese Frist von Michel Levy für ausreichend erklärt.[1]) Der längste Turnus von 60 Jahren ist nach Rüppell's[2]) Mittheilung auf einigen Berliner Kirchhöfen gebräuchlich. Innerhalb dieser Grenzen von 5 bis 60 Jahren gibt es nun die verschiedensten Variationen. So gibt es einen 6 jährigen Turnus in München, einen 9 jährigen in Mailand, einen 10 jährigen in Stuttgart. Die Stralsunder und Posener Regierungen setzen ihn auf mindestens 16, die Aarauer Verordnung auf 25—30 Jahre fest.

Durch die Untersuchungen der sächsischen Bezirksärzte sind werthvolle positive Anhaltspunkte für die Lösung der Frage über die Dauer der Verwesungsfrist gefunden worden. Es hat sich dabei ergeben, dass in Kies- und Sandboden die Zersetzung von Kinderleichen spätestens nach 4, die von Erwachsenen nach 7 Jahren so weit vollendet ist, dass nur noch Knochen und etwas amorphe Humussubstanz übrig sind. Verzögerungen der Zersetzung kommen hier selten und zwar nur in feinkörnigem Sand vor, im Verhältniss etwa von 1 : 16 und beruhen nur auf Zurückbleiben von Gehirnresten. — In Lehmboden ist die Zersetzung von Kinderleichen in der Regel spätestens nach 5, die von Erwachsenen nach 9 Jahren beendet. Verzögerungen der Zersetzung kommen häufiger vor, etwa im Verhältniss von 1 : 5. Sie beruhen theils auf Fettwachsbildung in geringer oder grösserer Ausdehnung und mit oder ohne Zurückbleiben

---

1) Traité d'hygiène. 5. Aufl. 2. Bd. S. 465.
2) A. a. O. S. 38.

von Gehirnresten, theils in letzterem allein.[1]) Es lässt sich aus diesen Sätzen, welche das Resume der Ergebnisse von 150 Exhumationen darstellen, der Schluss ziehen, dass ein Begräbnissturnus von längerer als 10 jähriger Dauer bei unseren Verhältnissen nicht nothwendig ist. Denn, wenn auch noch nach Verlauf von 9 Jahren in Lehmboden relativ häufig Adipocire gefunden wird, so muss berücksichtigt werden, dass dasselbe nur sehr langsam zerstört wird und dazu Zeiträume nöthig wären, welche wohl die längsten der bis jetzt üblichen Fristen für den Begräbnissturnus noch überschreiten würden. Man muss eben bei der Anlage eines Friedhofes das Hauptaugenmerk vor Allem darauf richten, dass ein Boden gewählt wird oder Maassregeln getroffen werden, wodurch eine möglichste Beschleunigung der Zersetzung der Leichen angebahnt und abnorme Decompositionen, wie Leichenwachsbildung oder Mumificirung vermieden werden. Leichenäcker, auf welchen diese letzteren sich ereignen, müssen als für den Zweck, dem sie dienen sollen ungeeignet erklärt und geschlossen werden.

Als allgemeine Bestimmung kann man daher aufstellen, dass der Begräbnissturnus eine Zeitdauer von 10 Jahren nicht überschreiten soll. Im Uebrigen ist es am besten, da alle derartige allgemeine Bestimmungen den Nachtheil haben, dass an gute und schlechte Kirchhöfe der gleiche Maassstab angelegt wird, den localen, sachverständigen Behörden es zu überlassen innerhalb dieses Zeitraumes die Dauer des Begräbnissturnus zu fixiren.

Im Allgemeinen empfiehlt es sich dem Turnus eher eine zu grosse, als eine zu kleine Dauer zu geben, denn einmal ist man sicherer, dass dann die Zersetzung der Leichen eine vollständige ist und dies ist namentlich deshalb von Bedeutung, weil durch die längere Benutzung eines Friedhofes die Verwesungsfrist verlängert wird, denn der Boden jedes Kirchhofes wird mit der Zeit humusreicher; und dann wird dadurch das sittliche Gefühl des niederen Volkes geschont, welches nicht die Mittel hat sich das Eigenthumsrecht an den Gräbern seiner Angehörigen zu kaufen. Für Kinder einen kürzeren Turnus, als für Erwachsene aufzustellen, ist ganz gerechtfertigt, da die Zersetzung viel rascher vollendet ist. In München beträgt der Zeitraum, der für die Begräbnissperiode von Kindern bis zu 10 Jahren festgesetzt ist, die Hälfte desjenigen für Erwachsene, nämlich 3 Jahre.

---

1) 11. Jahresbericht des Landes-Medicinal-Collegiums über das Medicinalwesen in Sachsen auf das Jahr 1879. Leipzig 1881. F. C. W. Vogel. S. 180.

8. Grüfte und Familiengräber.

Nach den Beobachtungen der sächsischen Bezirksärzte[1]) erfolgt die Zersetzung der Leichen in Grüften mindestens ebenso rasch, wie in durchlässigem Boden. Es kommen zwar Fälle vor, dass in gewissen Localitäten, besonders in Grüften unter Kirchen oder in Klöstern die Leichen mit Vorliebe mumificiren, indess sind dies im Ganzen doch seltene Ausnahmen. Es sind daher mit Beziehung auf die Dauer der Verwesung vom hygienischen Standpunkt aus keine Einwendungen gegen die Grüfte zu erheben. Dagegen erregen sie aus anderen Gründen Bedenken. Grüfte sind meistens darauf berechnet, dass sie mehrere oder sogar eine grössere Anzahl von Personen, meist die Angehörigen einer Familie oder eines Klosters, aufnehmen und zwar ohne Rücksicht auf die Verwesungsdauer der Leichen. Es kann daher der Fall eintreten, dass Grüfte zum Zwecke der Beerdigung einer neuen Leiche zu einer Zeit betreten werden müssen, wo sie Leichen enthalten, die eben im Zersetzungsprocesse begriffen sind. Meist fehlt in den Grüften die nöthige Ventilation und es können daher in denselben irrespirable und giftige Gase, insbesondere Kohlensäure und Schwefelwasserstoff in einer Menge angehäuft sein, dass sie das Leben derjenigen gefährden, welche eine Gruft betreten. Das Gleiche kann auch der Fall sein bei Gräbern, die für mehr als eine Person bestimmt sind, sog. Familiengräber, wie sie an manchen Orten gebräuchlich sind. Auch hier kann das Aufgraben wegen der Ansammlung giftiger Gase gefährlich sein. Es dürfen daher Eröffnungen von Grüften oder Familiengräbern immer nur mit den nöthigen Vorsichtsmaassregeln vorgenommen werden. Für gemauerte Grüfte ist auch die Herstellung von Ventilationsvorrichtungen durch gegenüberliegende Oeffnungen vorgeschlagen worden, allein bei Grüften unter der Erde wird sich eine derartige Einrichtung kaum durchführen lassen und in anderen Fällen leicht zur Verbreitung übelen Geruches Veranlassung geben. Grüfte für mehrere Personen, welche daher auch gegebenen Falles zu Zeiten eröffnet werden, wo sich verwesende Leichen in ihnen befinden, müssen daher als der Salubrität entgegenstehend bezeichnet und nach ihrer Abschaffung gestrebt werden.

9. Gebäude auf den Friedhöfen.

Auf jedem Kirchhof, oder in dessen unmittelbarer Nähe sollte sich, wenigstens in grösseren Orten, eine Leichenhalle befinden,

---

1) 11. Jahresbericht des sächsischen Landes-Medicinal-Collegiums etc. S. 163.

in welcher alle Gestorbenen bis zum Begräbniss aufgebahrt werden. Die Gründe, welche von hygienischer Seite dafür vorgebracht werden müssen, der Beisetzung und Ausstellung der Leichen im Hause der Familie entgegenzuarbeiten und die Unterbringung in allgemeine Leichenhäuser bald nach dem Tode möglichst zur Gewohnheit zu machen, beruhen nicht darauf, dass der Todtengeruch im Hause gefährlich ist, denn wie oben S. 299 dargethan ist haben wir davon keine wesentlichen Schädlichkeiten zu befürchten. Es ist vielmehr, wie Pettenkofer[1]) hervorgehoben hat, die Gelegenheit, welche mehrere Tage hindurch unausgesetzt besteht, so lange der Todte im Hause ist, den Seelenschmerz zu nähren und zu steigern, was die Familien oder einzelne Glieder an ihrer Gesundheit nicht selten schädigt. Der tiefe Eindruck, den stets und unvermeidlich die Entfernung der Leiche aus dem Hause hervorbringt, ist am dritten Tage nicht geringer, als am ersten. Der Schmerz im Hause aber wird stiller, sobald die Leiche aus dem Hause ist. Pettenkofer sagt daher weiter sehr richtig: Wenn es Aufgabe der Humanität ist den Schmerz zu lindern, und wenn mit dieser Linderung zugleich eine Schonung der Gesundheit verbunden ist, so haben Humanität und Hygiene die Aufgabe, für die Beisetzung der Todten in den Leichenhäusern zu sprechen.

Was nun die Einrichtung und Ausstattung der Leichenhallen betrifft, so ist vor Allem darnach zu streben denselben von innen und von aussen ein würdiges Aussehen zu geben, so dass die Beisetzung in der Todtenhalle eine letzte Ehre ist, die man dem Verstorbenen erweist. Es müssen ferner Vorrichtungen vorhanden sein, welche die Bestimmung haben das „Lebendigbegrabenwerden“ zu verhindern. Es ist zwar kein Fall nachgewiesen, dass ein Scheintodter wirklich begraben worden ist und es wird dies ja ohnehin durch die Leichenschau am sichersten vermieden, allein die Furcht vor dem Scheintod und dem Lebendbegrabenwerden ist eine so tief im Menschen wurzelnde, dass derselben Rechnung getragen werden muss, wenn man die Bevölkerung dazu bringen will ihre geliebten Todten von sich zu lassen.

Nur durch solche Maassregeln, durch welche einerseits die Todten geehrt werden, und andrerseits im Publikum Vertrauen erweckt wird, nicht aber durch polizeiliche Verordnungen wird es erreicht, dass die Bevölkerung eines Ortes ohne Widerwillen sich allgemein der Leichenhallen für ihre Todten bedient.

---

1) Zeitschrift f. Biologie. Bd. 1. S. 65.

Es besteht die Frage, ob es vorzuziehen sei in den Leichenhäusern einzelne Zellen für je eine Leiche zu erbauen, oder aber grosse Säle, in welchen die Leichen alle beisammenliegen. Wegen der grösseren Leichtigkeit einen grossen Saal entsprechend decorativ auszustatten empfehlen sich Säle mehr als einzelne Zellen. In diesem Sinne hat sich auch der deutsche Verein für öffentliche Gesundheitspflege in seiner 7. Versammlung im Jahre 1879 ausgesprochen.

Die Todtengräberwohnung kann sich auf dem Kirchhof selbst befinden, jedoch ist dies nicht absolut nothwendig. Unter Umständen ist ein Platz in der Nähe des Friedhofes für die Erbauung dieses Hauses, der Lage auf dem Kirchhofe selbst, namentlich des Brunnens wegen, vorzuziehen.

Wie die Abgrenzung eines Begräbnissplatzes geschieht, ist für die Gesundheitspflege nur insoferne von Bedeutung, als jede Behinderung des Luftwechsels vermieden werden muss; es würden demnach nur abnorm hohe Mauern zu beanstanden sein.

10. Grössenberechnung.

Es ist von grosser praktischer Wichtigkeit einem Begräbnissplatz die hinreichende Grösse zu geben, damit nicht unerwartet die Nothwendigkeit einer baldigen Vergrösserung oder einer Verlegung auftritt, denn es sind dies Angelegenheiten, deren definitive Entscheidung meist erst nach Beseitigung mannigfacher Hindernisse und Schwierigkeiten möglich wird.

Bei einem Voranschlag sind folgende Punkte maassgebend:

a) Bevölkerungszahl und Mortalitätsziffer. Diese letztere wird am besten möglichst hoch angenommen.

b) Grösse der für ein Grab nöthigen Quadratfläche. Es genügt einen Raum von 4 Quadratmeter für ein Grab anzunehmen.[1]) Bei dieser Grösse sind auch die zwischen den einzelnen Gräbern und Grabreihen nothwendigen Wege mit eingerechnet, wozu dieselbe vollständig genügt. Es ist nur nöthig durch eine eigene Bestimmung festzusetzen, dass der Grabhügel und die etwaigen Grabmonumente zusammen nicht länger sein dürfen als 1,75 Meter, und nicht breiter, als 1,16 Meter. Für breitere Wege zwischen den verschiedenen Ab-

---

1) Leichen von Kindern unter 10 Jahren werden je zwei in einem solchen für ein Erwachsenes bestimmten Grabe begraben und zwar so, dass sie mit den Fussenden einander gegenüberliegen. Es wäre daher die Mortalität in diesem Lebensalter eigens zu berechnen und weiterhin, welchen Procentsatz von der allgemeinen Mortalitätsziffer sie ausmacht, um die nöthigen Anhaltspunkte für die Zahl der für eine bestimmte Einwohnerzahl pro Jahr nöthigen Gräber zu erhalten.

theilungen eines Friedhofes wird es dann hinreichen 1/8 derjenigen Fläche in Rechnung zu bringen, welche für den Raum in dem die Gräber sich befinden, erforderlich ist. Ausserdem ist der Platz für die Leichenhalle und die Wohnung des Todtengräbers oder Aufsehers zu berücksichtigen.

c) Es ist genau festzustellen, welcher Platz für aussergewöhnliche Formen des Begräbnisses nothwendig ist (Erbbegräbnisse, Grüfte etc.); derselbe muss bei der Berechnung der Gesammtgrösse einen eigenen Posten bilden.

d) Die Frist für den Begräbnissturnus.

11. Bepflanzung der Begräbnissplätze.

Die Bepflanzung der Kirchhöfe dient nicht blos ästhetischen Zwecken, indem sie dem Ort, wo die Todten ruhen ein friedliches, freundliches Aussehen verleiht, sondern sie hat auch hygienisch eine Bedeutung, insoferne sie, einerseits die physikalischen Eigenschaften des Bodens in mannigfacher Weise beeinflusst, andrerseits der Boden- und Grundwasserverunreinigung entgegenwirken kann, und endlich einen wesentlichen Schutz gegen das Austreten von Mikroorganismen aus dem Boden gewährt. Diese letztere Wirkung ist wohl diejenige, welche am meisten ins Gewicht fällt, denn die massenhafte Bildung von Fäulnisspilzen und die Möglichkeit, dass diese oder unter Umständen auch specifische Krankheitspilze aus dem Boden austreten, sind ja nahezu die einzigen Gefahren, welche von Begräbnissplätzen ihren Ausgang nehmen.

Die vielfach verbreitete Anschauung, dass ein Bepflanzen der Begräbnissplätze mit Bäumen und Sträuchern der Reinerhaltung von Boden- und Grundwasser durch Zerstörung der Fäulnissstoffe in hohem Grade förderlich ist, trifft nur unter gewissen Voraussetzungen zu, deren erste die ist, dass die Wurzeln der Pflanzen bis in die Tiefe der Leichen in den Boden eindringen, was sicherlich nicht unter allen Verhältnissen geschieht. Ausserdem kommt der Umstand in Betracht, dass die Pflanzen zu ihrem Aufbau aus dem Boden nur mineralische Bestandtheile verwenden, die, wenn sie animalischen Ursprungs sind, die Endproducte des Zersetzungsprocesses darstellen, dass sie ferner den Stickstoff nur in Form von salpetersauren Salzen oder neutralen Ammoniakverbindungen aufnehmen, während freies Ammoniak und kohlensaure Ammoniakalien Pflanzengifte sind. Falk[1])

1) Experimentelles zur Frage der Canalisation mit Berieselung II. Vierteljahrschr. f. gerichtl. Medicin v. Eulenburg. N. F. Bd. 29. Heft 2. S. 290.

hat allerdings experimentell nachgewiesen, dass gewisse chemische Verbindungen, welche bei der Fäulniss thierischer Stoffe entstehen z. B. Indol, in Lösung von bepflanztem Boden intensiver zerstört werden, als von unbepflanztem, indess hat sich bei seinen Versuchen auch gezeigt, dass andere derartige Substanzen, wie Naphthylamin, die Pflanzendecke zerstören. Es erscheint daher einigermaassen fraglich, ob man der Bepflanzung von Kirchhöfen einen so grossen Einfluss auf die Zerstörung faulender Leichen und damit auf Abhaltung der Boden- und Grundwasserverunreinigung oder gar auf die Beförderung der Leichenzersetzung zuzuschreiben berechtigt ist, wie dies vielfach geschieht.

Die Versuche über den Einfluss der Vegetation auf Erwärmung, Feuchtigkeitsgehalt u. s. w. des Bodens beziehen sich bis jetzt nur auf der Oberfläche sehr nahe liegende Tiefen, und es lässt sich nicht mit Sicherheit behaupten, dass sich auch in der bei Friedhöfen in Betracht kommenden Tiefe diese Wirkungen in gleicher Weise geltend machen. Es muss hier jedoch auf die den Boden austrocknende Wirkung einiger Gewächse hingewiesen werden, welche durch Versuche im Grossen festgestellt ist. Solches ist bekannt von dem Gummibaum (Eucalyptus globulus), der aber in unseren Breiten im Freien in Wintern mit andauernd höheren Kältegraden abstirbt, und ferner von den Sonnenblumen. Diese letzteren könnten auf feuchten Kirchhöfen mit Vortheil angepflanzt werden. — Unter Umständen, nämlich bei sehr lockerem Boden, können Gewächse mit tiefer gehenden Wurzeln dadurch auf Begräbnissplätzen einen günstigen Einfluss ausüben, dass sie zur Vermehrung der Festigkeit des Erdreichs beitragen und daher das Einstürzen der Wände beim Ausheben der Gräber verhindern. Dagegen erschweren allerdings starke Wurzeln die Erdarbeiten in erheblichem Grade.

Im Allgemeinen dürfte es wohl am besten sein zur Anpflanzung der Friedhöfe Gräser, Blumen, Ziergewächse, Sträucher und kleinere Bäume zu verwenden.

12. Beerdigung auf dem Schlachtfeld.

Das Verfahren bei der Beerdigung der in den Schlachten Gefallenen war und ist bis in die neueste Zeit ein mangelhaftes, so dass nur zu häufig, wegen Verunreinigung von Luft und Wasser in der Umgebung, durch spätere mühevolle Desinfectionsarbeiten erst wieder Abhilfe geschafft werden musste. Es dürfte daher am Platze sein hier über diesen Gegenstand eine Bemerkung anzufügen.

Am besten wird nach Nägeli den allfälligen schädlichen Folgen

der Massenbegräbnisse durch möglichste Trockenlegung vorgebeugt und er schlägt folgendes Verfahren vor[1]):

Auf dem zur Begräbnissstätte ausgewählten Platze wird der Rasen sammt dem Humus entfernt und ohne tiefer zu graben, die Leichname neben und über einander darauf gelegt, und dabei womöglich durch Lagen von Kies und Sand, auch durch Reisig von einander getrennt. Dann wird rings um diese Stätte ein Graben ausgehoben und, nachdem zuerst wieder Humus und Rasen bei Seite geschafft worden, mit dem gewonnenen Untergrunde der Leichenhaufen bedeckt. Auf den Untergrund kommt dann aller verfügbarer Humus und Rasen wenigstens in der Mächtigkeit von 1 Meter. Man hat nun einen von einem Graben umgebenen Leichenhügel von möglichst trockener Beschaffenheit, in welchem die Fäulniss bald in Verwesung übergehen wird.

Es ist übrigens auch in diesem Falle sehr zweckmässig, wenn über die obersten Leichen eine Lage von antiseptischen Substanzen, welche die Schimmelbildung befördern (Salz und Säure), ausgebreitet wird. Sollten aber im Anfang Fäulnisspilze entstehen und sollten dieselben, was nicht wahrscheinlich ist, durch Austrocknen transportfähig werden, so können sie doch nicht in die Luft gelangen, weil die mit Rasen bewachsene Humusschicht sie nicht durchlässt.

Dieses Verfahren ist nach Nägeli's Ansicht in allen Fällen mehr als ausreichend, um nicht nur jede Gefahr, sondern auch allen üblen Geruch zu verhindern, wenn der Boden nur einigermaassen trocken und steinig oder kiesig ist. Ist er dagegen lehmig oder nass, so muss nach Wegnahme des Humus die Lagerstätte der Leichen zuerst entsprechend erhöht werden, ehe man die letzteren darauf aufschichtet. Man erhält in diesem Falle einen etwas höheren, von einem etwas tieferen Graben eingeschlossenen Leichenhügel, der vollkommen siechfrei ist, weil das Regenwasser grösstentheils abfliesst und nicht bis zu den Leichen eindringt.

13. Betrieb und Verwaltung der Friedhöfe.

a) Allgemeine Bestimmungen.

Von jedem Begräbnissplatz muss ein Situationsplan vorhanden sein. Auf demselben soll nicht nur die Lage der grösseren Gebäude, der Brunnen, der breiteren Wege etc., sondern auch diejenige jedes einzelnen Grabes genau eingezeichnet sein, so dass die ganze An-

1) Nägeli, Die niederen Pilze etc. München 1877. Oldenbourg. S. 261.

ordnung der Gräber nach Sectionen, Reihen und Nummern deutlich ersichtlich ist.

Ausserdem muss ein Leichenbuch geführt werden, aus welchem genau zu entnehmen ist, welche Leiche in je einem Grabe liegt und wie lange. Dieses Buch muss ferner das zu wissen Nöthige von Familiengräbern und Grüften, in wessen Besitz und auf welche Dauer sie sich befinden, wer und wann er darin begraben wurde etc., enthalten. Die Sectionen und Nummern des Planes müssen mit diesem Buche genau übereinstimmen.

Bei der Belegung des Friedhofs empfiehlt es sich eigene Sectionen für Erwachsene und eigene für Kinder zu bestimmen.

b) Verfahren beim Begräbniss. Wiedereröffnungen von Gräbern.

Die Leichen sollten von den Wohnungen aus in eine Leichenhalle gefahren werden und dort bis zum Begräbniss aufgebahrt bleiben. Von der Leichenhalle bis ans Grab werden sie am besten getragen. Alle Gegenstände ohne Ausnahme, welche zur Schmückung der Leichen und Särge in der Leichenhalle und beim Begräbniss verwendet worden sind, sollten aus dem Friedhof nicht mehr entfernt werden dürfen, sondern bei der Beerdigung in das Grab oder die Gruft geworfen oder vernichtet werden, wegen der Gefahr einer Infection.

In jedes Grab soll nur eine Leiche gelegt werden, nur Kinder unter 10 Jahren können je zwei in ein für ein Erwachsenes bestimmtes Grab begraben werden, am besten in der Weise, dass die Särge mit den Fussenden einander gegenüber liegen. Die Gräber sollen im Allgemeinen nicht vor Beendigung des Turnus wieder geöffnet werden. Wird ein Grab früher wieder geöffnet, was namentlich bei Familiengräbern nothwendig werden kann, um eine neue Leiche aufzunehmen, so muss vor Einsenkung dieser Leiche, die zuletzt in diesem Grabe beerdigte Leiche um 0,6 Meter tiefer gelegt werden und zwar ohne Unterschied für die Leichen von Erwachsenen oder von Kindern.

Nach Ablauf der festgesetzten Turnuszeit, welche für Erwachsene und Kinder verschieden lang genommen werden kann, darf jedes Grab wieder frisch belegt werden. Die Knochen, welche sich in dem Grabe vorfinden und die man häufig in sogenannten Beinhäusern gesammelt hat, sowie alle Ueberreste vergräbt man am besten in der Sohle der Grube.

Aufgrabungen von Gräbern, in welchen noch in Zersetzung begriffene Leichen liegen, werden vorgenommen, entweder bei der Ver-

legung von Leichen oder zu gerichtlichen Zwecken. Bei solchen Exhumationen gebraucht man zur Zerstörung des üblen Geruches mit Vortheil Chlorkalklösung oder Manganlauge. Ein Sarg oder ein ähnliches verschliessbares Behältniss zur Aufnahme der auszugrabenden Leiche muss schon vor Beginn der Ausgrabung zur Stelle sein. Soll die Leiche wieder eingesenkt werden, wie in gerichtlichen Fällen, so kann das Grab, wenn es keinen Fäulnissgeruch verbreitet, in der Zwischenzeit offen bleiben, im anderen Falle ist es gleich wieder zuzuwerfen. Zeitlich sollen solche Ausgrabungen nicht mit anderen Begräbnissen collidiren und alle nicht betheiligten Personen entfernt werden. Es eignen sich schon aus diesen Gründen die Nacht oder die frühen Morgenstunden am besten zu derartigen Ausgrabungen. Wenn es irgend thunlich ist, sollten dieselben auch in der kälteren Jahreszeit stattfinden.

c) Schliessung von Begräbnissplätzen.

Weitaus die häufigste Veranlassung zur Schliessung eines Kirchhofes ist der Umstand, dass derselbe auf irgend eine Weise den Interessen der Lebenden störend im Wege liegt, nachdem er durch die Ausdehnung der Stadt allmählich rings von Häusern umgeben wurde. Viel seltener sind es wirklich Gründe der Salubrität, welche zu dieser Maassregel führen. Namentlich bei dem jetzigen meist geordneten Betrieb der Friedhöfe wird es nicht mehr leicht vorkommen, dass aus hygienischen Rücksichten die Schliessung eines solchen nothwendig wird. Früher, wo man, wie dies namentlich in Frankreich der Fall war, häufig die Leichen in grosser Menge in Massengräbern begrub, kam es noch eher vor, dass ein Begräbnissplatz mit der Zeit so reich an Humus wurde, dass die Zersetzung der Leichen nur mehr äusserst langsam vor sich ging, dass sich häufig Adipocirebildung ereignete, und dass der Kirchhof durch seinen üblen Geruch die Nachbarschaft sehr belästigte. Der bekannteste Fall der Art ist der Kirchhof des Innocents in Paris. Heutzutage wird man nicht mehr leicht in die Lage kommen aus diesem Grund einen Friedhof schliessen zu müssen. Dagegen wäre es angezeigt dies zu thun, wenn der Boden, in welchem der Begräbnissplatz liegt, häufig zu Leichenwachsbildung Veranlassung gibt, oder wegen geringer Permeabilität die Leichenzersetzung sehr in die Länge zieht.

Ist ein Friedhof aus anderen als hygienischen Gründen geschlossen worden, so muss man die für den Turnus eingehaltene Frist verstreichen lassen, ehe man mit dem Bau von Häusern darauf beginnt. Es ist dies eine Maassregel, welche schon durch die Pietät geboten ist.

War aber wirklich die durch die Anhäufung von Humus bedingte Verzögerung der Leichenzersetzung oder die Häufigkeit des Vorkommens von Adipocire die Ursache, so wird man einige Jahre länger zuwarten müssen. Es ist indessen kein Grund vorhanden, dass man einen solchen Kirchhof nicht gleich nach der Schliessung ganz anpflanzt, es ist dies sogar von hygienischen Gesichtspunkten nur zu empfehlen. Am besten würden sich anfangs rasch wachsende Grasarten oder Blattpflanzen eignen, vielleicht auch Sonnenblumen, später Gewächse mit tiefer greifenden Wurzeln, wie Sträucher etc.

V.

Von der Leichenverbrennung.

Die Frage, ob dem Begraben der Leichen das in alten Zeiten fast allgemein gebräuchliche Verbrennen derselben nicht vorzuziehen sei, ist, vorzugsweise in dem letzten Jahrzehnt, durch die von den Verfechtern der Leichenverbrennung hervorgerufene Agitation so vielfach Gegenstand der Erörterung gewesen, dass sie, wie ich glaube, auch hier in Kürze berührt werden muss.

So viel auch schon früher dafür und dagegen geschrieben worden ist, so wurde die Frage der Einführung der Leichenverbrennung eigentlich erst discutabel, seitdem durch die Uebertragung der Generatoren in die Technik der Leichenverbrennung durch F. Siemens ein Verfahren gefunden ist, durch welches es möglich ist einen thierischen oder menschlichen Cadaver ohne üblen Geruch und so vollständig zu verbrennen, dass nur mehr die reinen Aschenbestandtheile übrig bleiben. Denn bei den früheren Verfahren war die Belästigung der Umgebung durch Rauch und Gestank jedenfalls keine geringere, als jene durch einen Begräbnissplatz; ausserdem war die Verbrennung bei den meisten anderen Methoden nur eine unvollkommene, gewöhnlich nur eine Art trockener Destillation, bei welcher eine nur sehr schwierig noch weiter zu verbrennende Kohle übrig blieb, wenn nicht gar der Leichnam nur gewissermaassen geschmort wurde, was beim Verbrennen auf dem Scheiterhaufen sehr leicht erfolgt.

Ich will hier von den religiösen, ästhetischen, poetischen und künstlerischen Seiten der Frage absehen, obschon gerade Gründe der Art von den Anhängern der Leichenverbrennung mit Vorliebe

ins Feld geführt werden und mich auf eine kurze Besprechung der hygienischen und öconomischen Seiten beschränken.

Die Vorwürfe, welche von diesen Gesichtspunkten aus der Methode des Begrabens der Leichen von Seite derer gemacht werden, welche für die Verbrennung agitiren, sind in der Hauptsache folgende:

1. Durch das Begraben werde die Luft, das Grundwasser und der Boden in einer für die Gesundheit nachtheiligen Weise mit Fäulnissproducten geschwängert;
2. durch die Friedhöfe werde Gelegenheit gegeben zur Verbreitung, unter Umständen sogar zur Entstehung epidemischer Krankheiten;
3. der Verlust eines enormen Theiles der zum Gedeihen der Nahrungspflanzen und dadurch der Nahrungsthiere des Menschen nothwendigen Salze, weil dieselben in eine Tiefe gebracht werden, in welcher sie von den Wurzeln der Pflanzen für gewöhnlich nicht erreicht werden;
4. Einerseits die Nothwendigkeit colossale Summen aufzuwenden um für grosse Städte Räume für die Friedhöfe zu erhalten und andrerseits der Verlust grosser Areale für die Landwirthschaft.

Bezüglich des ersten dieser Punkte kann hier auf das im Vorstehenden, besonders in den Abschnitten über den Einfluss der Leichenzersetzung auf Luft und Wasser Gesagte verwiesen werden. Es ist dort der Nachweis geliefert, dass die bis jetzt vielfach gehegten Befürchtungen für Gesundheit und Leben, durch die Schädlichkeiten, welche das Begraben der Leichen erzeugen soll, unbegründet sind und dass, wenn die nöthigen Maassregeln angewendet werden, von den Friedhöfen durchaus keine Gefahren drohen.

Aehnliches gilt von dem zweiten Vorwurf. Die Annahme, dass durch die Friedhöfe, sei es in Folge von Oeffnen von Gräbern, in welchen Leichen von an infectiösen Krankheiten Gestorbenen geruht hatten, sei es in Folge von Weiterentwickelung des Infectionsstoffes im Boden und Austreten aus demselben mittelst Luft oder Wasser, Epidemien entstehen, ist durch Nichts bewiesen. Es sind zwar von Trusen[1]) und Riecke[2]) Zusammenstellungen von Fällen gemacht worden, wo Epidemien die Folge der Eröffnung von Gräbern gewesen

1) Die Denkschrift zur Leichenverbrennung als die geeignetste Art der Todtenbestattung. Breslau 1855.

2) Ueber den Einfluss der Verwesungsdünste etc. Stuttgart 1840.

sein sollen, allein man muss mit Bezug darauf Wernher[1]) ganz Recht geben, der sagt: „Wenn man dieses angebliche Beobachtungsmaterial aber übersieht, so kann man sich nur wundern, dass Männer, welche mit Recht Anspruch auf eine wissenschaftliche Bedeutung haben, auf ein so dürftiges, unkritisches, aus zwei Jahrhunderten zusammengestoppeltes Beobachtungsmaterial eine wissenschaftliche Ansicht und praktische, tief in das Leben eingreifende Aenderungen gründen wollen. Was bleibt übrig, wenn man die alten Erzählungen abzieht, welche aus einer Zeit stammen, in welcher man gar nicht die Kenntnisse besass, welche zu einem gegründeten Urtheil gehören, von Personen herrühren, welche unfähig zu einer richtigen Beurtheilung waren, der nöthigen chemischen Kenntnisse gänzlich entbehrten und eine Schauergeschichte erzählen, wie man sie auf Jahrmärkten hört."

Die Gefahr aber, dass von der Leiche aus, so lange sie noch nicht bestattet ist, Infectionen erfolgen können, was übrigens mit einiger Sicherheit nur von Pockenleichen festgestellt ist, ist bei der Leichenverbrennung im gleichen Maasse vorhanden, wie bei der Beerdigung.

Was den dritten Punkt anlangt, so ist nicht einzusehen, in welcher Weise durch die Leichenverbrennung, wobei die Asche gesammelt wird, um dann in Columbarien oder auf Urnenfeldern aufbewahrt zu werden mit der oft ausgesprochenen Absicht auf diese Weise die Ueberreste möglichst lange Zeit, wo möglich auf Jahrhunderte hinaus, als einen Gegenstand der Pietät für die Epigonen zu erhalten, mehr ein Verlust dieser Pflanzennährsalze verhütet wird, als durch das Begraben.

Entschiedene Beachtung verdient der vierte Einwurf gegen das Begraben, besonders hinsichtlich der Schwierigkeiten des Erwerbes des für die umfangreichen Begräbnissplätze nothwendigen Terrains für grosse Städte. Die Beispiele von London und Paris, welche schon gezwungen worden sind ihre Friedhöfe in solche Entfernungen zu verlegen, dass die Verbringung der Leichen dahin mittelst Eisenbahnen bewerkstelligt werden muss, geben Zeugniss für diese Schwierigkeit. Es ist nicht die Gefahr, welche von den Friedhöfen der Gesundheit der Bewohner dieser Städte gedroht hätte, die Ursache, dass diese grossen Entfernungen gewählt wurden, sondern der Grund hierfür ist in den immensen finanziellen Opfern zu suchen, welche ein Areal von entsprechender Ausdehnung in der Nähe grosser Städte

---

1) Die Bestattung der Todten. Giessen 1880. Ricker. S. 142.

erforderte. Unter solchen Umständen verdient die Verbrennung der Leichen gewiss den Vorzug. Denn mag man die Aschengefässe dann in eigenen Hallen, ähnlich den Columbarien des alten Roms, aufstellen, oder auf sogenannten Urnenfeldern begraben, so ist doch der Raum, welcher hierfür in Anspruch genommen wird, bei Weitem kleiner als jener, der für einen Begräbnissplatz nothwendig ist. Die Verbrennungsöfen können ohne Belästigung der Anwohnenden mitten in der Stadt oder bei grossen Städten an verschiedenen Stellen derselben aufgestellt werden, und es bleibt dann auch dem Armen wenigstens der Trost, der Bestattung eines geliebten Dahingeschiedenen beiwohnen zu können, was jetzt in Paris und London wegen des damit verbundenen Opfers an Zeit und Geld nur mehr den Bemittelten möglich ist.

Es gibt noch einige Fälle, in welchen sich die Verbrennung der Leichen empfiehlt. In erster Linie ist dies dann der Fall, wenn in der Umgebung eines Ortes kein für einen Begräbnissplatz geeigneter Boden vorhanden ist. Dieser Umstand ist vor Allem dann gegeben, wenn die vollständige oder theilweise Umwandlung der Leichen in Adipocire sich häufig ereignet, wie z. B. auf dem St. Peters-Kirchhof in Graz.[1])

Nicht minder empfehlenswerth wäre die Leichenverbrennung zur Vermeidung der Leichentransporte, die jedenfalls sehr leicht Veranlassung zu Belästigung durch den Gestank in Fäulniss übergegangener Leichen geben, unter Umständen aber auch die Weiterverbreitung von Infectionskrankheiten, wohl weniger durch die Leiche selbst, als deren Kleider etc. bewirken können.

Gewiss sehr zu empfehlen wäre die Leichenverbrennung ferner im Krieg, besonders nach grossen Schlachten, wo mit einem Male die Nothwendigkeit der Bestattung einer grossen Anzahl todter Menschen und Thiere gegeben ist, und in belagerten Festungen, woselbst bei der häufig vorhandenen Ueberfüllung mit Menschen eine vermehrte Sterblichkeit, theils durch Verwundungen, theils durch Krankheiten einzutreten pflegt, so dass um so leichter Mangel an Raum zur Beerdigung der Leichen sich geltend macht, als die massenhaften Dejectionen von Menschen und Thieren und weiterhin die Abfälle der geschlachteten und die Cadaver gefallener Thiere ebenfalls vergraben werden müssen. In diesen Fällen würde sich die Verbrennung als eine sehr heilsame Maassregel erweisen. Ich hege nur die

---

1) Vgl. J. Kratter, Ueber das Vorkommen von Adipocire auf Friedhöfen. Mittheilungen des Vereins der Aerzte in Steiermark für das Vereinsjahr 1878.

eine Befürchtung, dass vorläufig noch technische Schwierigkeiten der Ausführung hindernd in den Weg treten. Besonders dürfte dies der Fall sein nach grossen Schlachten, wegen der grossen Anzahl der binnen Kurzem sich anhäufenden Menschen- und Thiercadaver. Siemens gibt zwar eine Construction an, mittelst deren sich im Krieg innerhalb zwei Tagen Verbrennungsöfen aus Feldsteinen improvisiren lassen[1]), allein wenn man als Verbrennungszeit für eine menschliche Leiche nur das Minimum, nämlich 1 Stunde ansetzt, ferner eine halbe Stunde Zeit nach der Verbrennung jeder Leiche zur Beheizung des Ofens, um ihn zur Aufnahme einer frischen Leiche in Stand zu setzen, so können bei Tag und Nacht ununterbrochen fortgesetzter Thätigkeit des Ofens in 24 Stunden nur 16 Leichen verbrannt werden. Gesetzt nun auch es wären 10 derartige Oefen in Thätigkeit, so wird dadurch immer nur die Veraschung von 160 Leichen in 24 Stunden ermöglicht. Nun sind aber z. B. in der Schlacht bei Sedan nach dem Generalstabsbericht auf dem Platz geblieben: 187 Officiere und 2132 Soldaten und 564 Pferde, in Summa 2319 Mann und 564 Pferde. Rechnet man auf französischer Seite nur die gleiche Zahl von Verlusten an, wiewohl sie in der That höher waren, so macht dies eine Summe von 4368 Mann und 1128 Pferden. Es wären daher unter den obigen Voraussetzungen nur zur Verbrennung der obigen Leichen, die Pferdecadaver gar nicht gerechnet, 29 Tage und Nächte erforderlich, und es müssten daher die Leichen immer vorher schon begraben werden.

Von den Bedenken gegen die Leichenverbrennung ist weitaus das wichtigste dasjenige, welches von criminalistischer Seite geltend gemacht worden ist, nämlich, dass die Leichenverbrennung es unmöglich mache, einen etwa auf gewaltsame Weise erfolgten Tod später noch zu constatiren, und dass sie somit die Vermehrung der Morde begünstige.

So schwerwiegend auch dieser Einwurf auf den ersten Blick zu sein scheint, so möchte ich doch glauben, dass durch eine gut organisirte Leichenschau und einige andere Cautelen, welche vor der Verbrennung der Leichen Platz zu greifen hätten, Vorsichtsmaassregeln geschaffen werden können, welche eine Exhumation in späterer Zeit überflüssig machen und somit die Leichenverbrennung unbedenklich zulässig erscheinen lassen würden. Es würde mich zu weit führen, wollte ich diese Frage, welche hauptsächlich gericht-

---

1) Allgemeine Zeitschrift f. Epidemiologie v. Küchenmeister. 2. Bd. 2. Hft. S. 136.

lich-medicinisches Interesse hat, hier des weiteren besprechen, ich verweise bezüglich derselben auf die Abhandlung von Küchenmeister über die Feuerbestattung, woselbst sie einer eingehenden Erörterung unterzogen ist[1]), und jene von Kerschensteiner[2]), welcher praktische Vorschläge gemacht hat.

---

1) Allgemeine Zeitschrift f. Epidemiologie v. Küchenmeister. 2. Bd. 2. Hft. S. 148.

2) Gutachten über die Einführung der facultativen Leichenverbrennung, im Auftrage des Münchener Gesundheitsrathes. Veröffentlichungen des Deutschen Reichs-Gesundheitsamtes 1879.

Anmerkung. Das Manuscript vorstehender Abhandlung war schon zum Druck übermittelt, bevor die Verhandlungen „über die hygienischen Anforderungen an Anlage und Benutzung der Friedhöfe“ auf der 9. Versammlung des deutschen Vereins für öffentliche Gesundheitspflege 1881 stattfanden. Ich ergreife hier noch die Gelegenheit um darauf hinzuweisen, dass zwischen den oben vertretenen und den dort aufgestellten Anschauungen im Princip volle Uebereinstimmung besteht.

MASSENERNÄHRUNG

VON

Prof. Dr. J. FORSTER in Amsterdam.

Massenernährung.

Unter Massenernährung ist die Art der Nahrungszufuhr bei gesunden, meist in grösserer oder kleinerer Anzahl zusammenlebenden Menschen zu verstehen, deren Kost nicht nach eigener Wahl oder Bestimmung geregelt, sondern theilweise oder ganz aus allgemeinen, besonders öffentlichen Mitteln bestritten wird. Die Betrachtung an dieser Stelle kann auf einige mehr oder weniger typische Fälle beschränkt werden und zwar auf die Kost: 1. in Waisenhäusern, Erziehungs- und Besserungsanstalten; 2. in Kasernen, Militäranstalten, überhaupt des Soldaten im weitesten Sinne; 3. in Gefängnissen und Arbeitshäusern; 4. in Armen- und Versorgungsanstalten; endlich 5. in Volksküchen etc., in welchen vorzüglich einzelne Mahlzeiten geliefert werden.

Da in dem ersten Abschnitte dieses Buches die Grundzüge für die Beurtheilung und Zusammenstellung dessen, was zur Ernährung des Menschen von verschiedenem Alter und Geschlechte, unter wechselnden Lebens- und Arbeitsverhältnissen und mit Berücksichtigung der sich ihm darbietenden Lebensmittel erforderlich und zweckmässig erscheint, ausführlich dargestellt sind, so erübrigt hier im Wesentlichen nur die Besprechung der quantitativen Seite der Ernährung, nämlich die Frage, wie viel der verbrennlichen Nahrungsstoffe — in Form verschiedener aber rationell zusammengestellter Lebensmittel — in der mittleren täglichen Kost der genannten Menschengruppen enthalten sein sollen. Dabei können begreiflicherweise kurze Erinnerungen an frühere Auseinandersetzungen, in Anknüpfung an die besondere Lage der in diesen Fällen zu ernährenden Menschen, nicht bei Seite gelassen werden.

Man ist geneigt vor Allem bei der Massenernährung die Geldfrage ins Auge zu fassen: selbstverständlich nicht mit Unrecht, wenn sie nicht die alleinige Richtschnur bildet, und wenn nicht, wie das häufig geschehen ist, des billigen Preises wegen unvernünftiger Weise Substanzen zur Grundlage der Kost genommen werden, die hierzu nicht passen. Hier jedoch kann es sich keineswegs um die Auswahl

einer Nahrung nach deren Preis handeln, sondern nur um die möglichst sichere Feststellung derjenigen Zufuhr, unter welche in den einzelnen Fällen nicht gegangen werden soll, ohne mit mehr oder weniger Bestimmtheit nachtheilige Folgen, Verminderung der Leistungfähigkeit etc. bei den zu ernährenden Individuen befürchten zu müssen. Wie die gefundenen Nahrungswerthe am besten mit den weiteren Anforderungen der Kost, die bekanntlich nach der Entwicklung des Menschen, nach dem Verhalten seines Verdauungsapparates etc. auf der einen Seite, andererseits nach der Beschaffenheit der Lebensmittel zu beurtheilen ist, mit den Preisen der letzteren in Einklang gebracht werden können, ist eine Frage, die sich allgemein und gleichmässig nicht beantworten lässt, deren Lösung für bestimmte Orte jedoch nach den früheren Auseinandersetzungen und mit Berücksichtigung der localen Verhältnisse nicht allzu schwierig ist.

Wie in allen menschlichen Dingen, gilt übrigens auch für die Ernährung Carneri's[1]) Wort: Das Ideale ist unser Leitstern, nicht unser Ziel.

1. Waisenhäuser, Erziehungs-, Besserungsanstalten.

In diesen und ähnlichen Einrichtungen handelt es sich um die Ernährung von wachsenden Individuen. In den Organen des jugendlichen Körpers sind die Bedingungen der Stoffzersetzung reichlicher vorhanden als in dem ausgewachsenen Organismus. Das Kind bedarf daher zweifellos einer relativ grösseren Nahrungsmenge als der Erwachsene, und zwar um so mehr, als hierzu noch der Bedarf für den allerdings nicht sehr beträchtlichen täglichen Ansatz während des Wachsthums kommt. Thatsächlich geniesst auch das Kind, welches in gesundem Zustande innerhalb kürzerer Perioden nicht selten eine gleichmässige Nahrungsmenge aufnimmt[2]), zwar absolut geringere, dagegen relativ viel bedeutendere Nährstoffquantitäten als der Erwachsene[3]); dem entsprechend zeigen die Bestimmungen der Ausscheidungsproducte, besonders der stickstoffhaltigen, an Kindern von verschiedenem Alter[4]), dass die relative Menge der letzteren (im Verhältnisse zum Körpergewichte) mit den Jahren im Allgemeinen stetig geringer wird.

1) Grundlegung der Ethik. Wien 1881.

2) Vgl. z. B. Zeitschrift f. Biologie. Bd. 17. S. 530. 1881.

3) Ebenda. Bd. 9. S. 407. 1873.

4) Vgl. z. B. A. Schabanowa, Jahrb. für Kinderheilkunde. Bd. 14. S. 281. 1879 und die Handbücher der Physiologie; ferner Uffelmann, Hygiene des Kindes. 1881.

In den hier genannten Anstalten sind nun Kinder verschiedener Grösse und Entwicklung und gewöhnlich auch von beiden Geschlechtern vereint zu ernähren. Die Aufgabe hierbei in quantitativer Beziehung ist unter allen Umständen, den Inwohnern die zu einer gesunden körperlichen Entwicklung nöthigen Nahrungsmengen — unter Vermeidung der Angewöhnung an eine unzweckmässige Lebensweise — zu liefern, so dass das Einzelindividuum beim Verlassen der Anstalt sich auch in körperlich leistungsfähigem Zustande befinde und die ihm in der menschlichen Gesellschaft auferlegten Pflichten, soweit sein Körper hierbei in Betracht kommt, zu übernehmen und auszuführen im Stande sei.

Mit der Erkenntniss, dass der jugendliche Organismus relativ mehr Nährstoffe verbraucht als der erwachsene, ist jedoch noch kein bestimmtes Maass für die in den Anstalten zu reichenden, zweckmässigen Nahrungsmengen gegeben. Hier wie bei den quantitativen Betrachtungen über die menschliche Kost überhaupt ist man fast allein auf die Erfahrung angewiesen, welche lehrt wie viel von jugendlichen Individuen in längern Zeiträumen täglich verzehrt wird unter Umständen, bei welchen deren körperliche Entwicklung ersichtlich gut von statten ging.

Wenn nun gerade die Erfahrungen über die von Wachsenden verbrauchten Nährstoffmengen nicht sehr ausgebreitet sind, so dürften sie doch hinreichend sein, um im Zusammenhalte mit den früher besprochenen Grundsätzen der menschlichen Ernährung die Zweckmässigkeit einer Kostart in den genannten Anstalten zu beurtheilen. Berechnungen und Bestimmungen hierüber sind namentlich von Voit[1]) ausgeführt und zusammengestellt. Selbstverständlich kann es sich hierbei nicht um die Feststellung von Nahrungswerthen handeln, welche für das Einzelindividuum Gültigkeit haben, da eben die gewonnenen mittleren Zahlen den Verbrauch von Kindern von verschiedenem Alter und Geschlecht, von ungleicher Körpergrösse und Entwicklung etc. darstellen. Gerade bei der Kost in Waisenhäusern etc. ist es besonders wichtig, in ausgedehntem Maasse zu individualisiren und in der Nahrungsmenge zu wechseln, wozu die gefundenen Mittelzahlen die geeignete Richtschnur geben.

Nach Voit's Untersuchungen wurden in dem städtischen Waisenhaus zu München an Kinder von 6—15 Jahren in einer gemischten Nahrung, bei welcher die Kinder seit langer Zeit erfahrungsgemäss

1) Voit, Untersuchungen der Kost in öffentlichen Anstalten. S. 125. München 1877.

gesund und frisch sich verhielten [1]), nach der Kostordnung täglich im Mittel folgende Nährstoffmengen gereicht:

	1858—1875	Von 1875 an
Eiweiss . . .	67	79
Fett	41	37
Kohlehydrate .	257	247

Aus der Wägung der Rohmaterialien, die zur Herstellung der Speisen dienten, berechnet sich als wirklicher mittlerer Verbrauch der Kinder pro Kopf und Wochentag:

	Eiweiss	Fett	Kohlehydrate
1.	78,3	31,5	274,6
2.	93,1	35,5	233,8
3.	81,5	27,0	228,5
4.	58,1	37,9	270,6
5.	97,2	36,8	245,0
6.	62,8	58,7	289,1
7.	90,9	35,8	224,6
Mittel	80,2	39,0	252,3

Dass die Schwankungen in den täglichen Mengen, namentlich der Eiweissstoffe, nicht unbeträchtlich sind, ist nach früheren Betrachtungen bekanntlich an sich nicht als ein besonderer Nachtheil zu betrachten. Beachtenswerth ist vielleicht, dass, soviel der Zusammenstellung Voit's zu entnehmen ist, in der wärmeren Jahreszeit etwas weniger Nährstoffe verzehrt zu werden scheinen, als im Winter. Dies würde mit den theoretischen Vorstellungen über einen geringeren Verbrauch beim Aufenthalte in warmer Luft wohl im Einklange stehen; allein der Unterschied zwischen den verschiedenen Jahreszeiten ist nicht sehr beträchtlich und steht möglicherweise,

1) Die Kinder in dem Waisenhause zu München scheinen übrigens, obwohl sie körperlich ganz gut entwickelt sind, kein übermässig hohes Körpergewicht zu haben. Dieses beträgt rein (nach Abzug des Kleidergewichts) bei einer Anzahl derselben, Mädchen und Knaben, nach meinen Bestimmungen (siehe Abschnitt Ernährung S. 76) in Kilogramm:

Im Alter von	$5^1/_2$—7 Jahren	14,6—17,9
„ „	etwa 9 „	20,0
„ „	„ 12 „	24,7
„ „	„ 13 „	25,0.

wie Voit meint, im Zusammenhange mit der stärkeren Verwendung wasserreicher grüner Gemüse im Sommer. Es werden durchschnittlich im Tage verbraucht:

	Eiweiss	Fett	Kohlehydrate
In den Wintermonaten	72	40	280
Im Frühjahre . . .	72	32	243
In den Sommermonaten	68	38	229
Im Herbste	76	31	254

Von den Werthen, welche sich für die Kost im Münchener Waisenhause berechneten, weichen die Zahlen etwas ab, welche man an anderen Orten in ähnlichen Anstalten finden kann. So werden im Durchschnitte an einzelnen Tagen nach verschiedenen Erhebungen und Berechnungen von Kindern oder wachsenden Individuen verzehrt:

	Alter der Inwohner	Eiweiss	Fett	Kohlehydrate
1. Gurch'sches Gestift i. Frankft. a/O.[1]	6—15	42—92	17—37	256—373
2. Gossner-Haus, Berlin, Besserungsanstalt für Mädchen[1]	6—17	74	18	434
3. Waisenhaus in Amsterdam . . .	6—16	86	37	343
4. 4 Waisenhäuser in der Provinz Seeland (Niederlande)[2]	?	64—76	24—44	313—423
5. Staatserziehungsanstalt Niederschönefeld[1]	12—20			
ältere Kostordnung . . .	—	86	25	432
neuere Kostordnung . .	—	101	36	512
6. Von Hildesheim berechnet[3] . .	6—10	69	21	210
7. Simler, berechnet aus dem Consume der schweiz. Bevölkerung[4] .	15	75	20	250
8. Niederländische Waisenhäuser[5] . .	?	60—122	12—84	358—564

Selbstverständlich darf bei den beträchtlichen Zahlenunterschieden in den vorstehenden Angaben ein mittlerer Werth nicht berechnet werden. Indess erklären sich einzelne dieser Zahlen, besonders die höheren der letzten Reihe, durch den Umstand, dass die Kost in den genannten Anstalten nicht ausschliesslich an Kinder, sondern auch

1) Voit, a. a. O.
2) A. P. Fokker, Nederl. Tijdschr. v. Geneesk, 13. jaarg. 2. afd. p. 208. 1877.
3) Hildesheim, Die Normaldiät. Berlin 1856.
4) Simler, Versuch einer Ernährungsbilanz. Zürich 1876.
5) Haakma Tresling, Rapport over de Voeding in verschillende weeshuizen in Nederland. 1877. Seite 58 des Separatabdruckes.

an Erwachsene geliefert wird, oder dass hauptsächlich Vegetabilien, so Kartoffeln und gröberes Brod, verzehrt werden. Allein man kann den verschiedenen Beobachtungen, welche zeigen, dass im Allgemeinen von den Bewohnern der Waisenhäuser erhebliche Nährstoffmengen täglich verbraucht werden, entnehmen, dass die erst genannten, nach Voit's Meinung zweckmässig zusammengestellten Tagesrationen nicht weit von dem mittleren Bedürfnisse abweichen dürften.

In der That stimmen die Mengen von Fett und Kohlehydraten, welche in den letzteren gereicht werden, merkwürdig nahe überein mit den Quantitäten der stickstofffreien Nährstoffe, welche ohne Nahrungsaufnahme im Körper von Kindern, berechnet aus der Kohlensäureausscheidung, zersetzt wird. Nach meinen Beobachtungen[1]) würde ein 12—13jähriges Kind von 25 Kilo Körpergewicht in 24 Stunden etwa 540 Grm. Kohlensäure ausscheiden. Diese Kohlensäurenmenge wird durch die Verbrennung von 188 Grm. Fett oder von 50 Grm. Fett und 246 Grm. Kohlehydraten (Stärkemehl) geliefert, während auf eines der 5—15jährigen Waisenkinder im täglichen Durchschnitt 37 Grm. Fett und 247 Grm. Kohlehydrate trifft.

Schwieriger dürfte zu entscheiden sein, ob nicht auch bei einer niedrigeren Eiweisszufuhr die Kinder gedeihen würden. Aus dem Gedeihen oder Nichtgedeihen allein lässt sich ohnehin der Erfolg einer Ernährungsweise bei Kindern schwer beurtheilen; so hängt z. B. die Entwicklung der Muskulatur nicht allein von der Nahrung, sondern in hohem Grade von der Uebung, und das Aussehen und die Gesundheit der Kinder, abgesehen von intercurrirenden Krankheiten, von einer Anzahl äusserer Factoren und insbesondere der Art und Vertheilung der geistigen Beschäftigung (s. Abschnitt Schulhygiene) ab. Vielleicht dürfte bei Mädchen der Eintritt der menstruellen Entwicklung gewisse Anhaltspunkte in dieser Beziehung geben, da dieser wahrscheinlich bei einer qualitativ und quantitativ ungenügenden Zufuhr verzögert wird.

Der Vergleich der Aufnahme und Ausscheidung von Stickstoff kann nun nicht, wie der Vergleich der Kohlensäureausscheidung und der Kohlenstoffaufnahme, zur sicheren Entscheidnng der Frage führen, welches das Minimalbedürfniss eines wachsenden Individuums an Eiweiss ist, da eben ein Ueberschuss in der Stickstoff-, beziehungsweise Eiweisszufuhr hierbei wahrscheinlich nur so weit zum Wachsthum, also zu einer Aufspeicherung stickstoffhaltigen Materials im Körper, als der Wachsthumsenergie eines Einzelindividuums ent-

1) S. dieses Buch Thl. I. 1. Abschnitt. S. 76.

spricht, sonst aber zur Vermehrung des Eiweisszerfalls führt. Wenn nun auch angenommen werden muss, dass, wie die Fettzersetzung, so auch der Eiweisszerfall im jugendlichen Körper relativ grösser als im ausgewachsenen ist, so scheinen doch manche Beobachtungen dafür zu sprechen, dass eine mittlere tägliche Zufuhr von 70 bis 80 Grm. Eiweiss an Kinder verschiedenen Alters, in Form von rationell ausgewählten Speisen, reichlich bemessen, jedenfalls aber genügend ist. So berechnet in scharfsinniger Weise, wobei allerdings von wenigen Tagen auf längere Zeit geschlossen wird, Camerer[1]) aus den Ausscheidungen von 3 Kindern im Vergleiche zu deren Nahrungsaufnahme, dass etwa in der Zeit eines Jahres bei der folgenden mittleren Zufuhr im Tage:

	Alter in Jahren	Mittleres Gewicht in Kilo	Eiweiss	Fett	Kohlehydrate
1. Knabe	4	17,4	52,2	45,8	197,3
2. Mädchen	8½	21,8	51,0	47,0	207,7
3. Mädchen	10½	21,9	55,4	45,7	268,6

ein tägliches Wachsthum von 4,8, beziehungsweise 6,7 und 10,4 Grm. erfolgen kann. Wohl werden dabei einerseits an einzelnen Tagen von sämmtlichen Kindern die Mittelzahlen weit überschreitende Eiweissmengen verzehrt (von 51—76 Grm. im Tage), womit vielleicht zum Theile das beobachtete schubweise Wachsthum im Zusammenhange steht; andererseits ist zu beachten, dass Camerer's Kinder die Eiweissstoffe in verhältnissmässig gut ausnützbarer Form (Milch, Eier, Fleisch) verzehrten. Da nun das zugeführte Eiweiss nicht allein zum Ansatz (Wachsthum), sondern auch zur Bildung der dem Körper nöthigen stickstoffhaltigen Zwischenproducte leicht zersetzlicher Art (Fermente u. s. w.) zu dienen hat, so darf man wohl annehmen, dass die in der Tabelle angegebenen Zahlen das Minimum an resorbirbaren Eiweissstoffen ausdrücken, das in der Nahrung eines Kindes von 8—10 Jahren enthalten sein soll.

Aus den obigen Zahlen würde sich als tägliches Bedürfniss Wachsender für 1 Kgrm. des Körpergewichtes ergeben:

2,3— 3,0 Grm. Eiweiss,
2,1— 2,6 Grm. Fett,
9,5—12,3 Grm. Kohlehydrate.

Auch hier kommen die Zahlen für Fette und Kohlehydrate gut mit dem aus der Kohlensäureausscheidung berechneten Bedarfe an

1) Camerer, Zeitschr. f. Biologie. 16. Bd. S. 24. 1880.

stickstofffreien Stoffen überein. Man hat sonach wohl das Recht, diese sowohl wie die Eiweisswerthe als das Minimalbedürfniss anzunehmen. Dabei ist übrigens, wie bereits erwähnt, vorausgesetzt, dass die Eiweissstoffe, wie bei den Untersuchungen Camerer's, in einer gut ausnützbaren Form verzehrt werden. Wird die gleiche Eiweissmenge oder selbst noch mehr in weniger gut auszunützenden Vegetabilien gereicht, so dürfte sie nicht mehr ausreichend sein. In der That bleibt nach den Angaben Dr. Riedel's[1]) bei vielen der Zöglinge des Gossner-Hauses zu Berlin (siehe die Tabelle S. 373), welche durchschnittlich 74 Grm. Eiweiss, davon nur 7 Grm. in Form thierischer Nahrungsmittel erhalten, die menstruelle Entwicklung bis über das 15. und selbst das 16. Lebensjahr aus.

Bei der Zusammenstellung der täglichen Nahrung für Kinder und Halberwachsene ist neben der Quantität der Nährstoffe begreiflicherweise die Qualität der die Nahrung zusammensetzenden Speisen und deren Verhalten gegenüber dem Verdauungsapparate besonders zu beachten. Von den hier einschlägigen Verhältnissen, welche als bekannt hier nicht mehr näher zu erörtern sind, dürfte doch auf folgenden Umstand aufmerksam zu machen sein. Es scheint nämlich gerade hierbei vor Allem wichtig zu sein, den Genuss von sehr quellungsfähigen Speisen oder von solchen Nahrungsmitteln, welche relativ viel unverdauliche Substanzen enthalten, möglichst zu beschränken. Die Aufnahme grösserer Speisemassen wird bei Halberwachsenen rasch zur Gewohnheit; diese aber bewirkt, da eben nunmehr erst bei der Aufnahme grösserer Speisevolumina das Hungergefühl unterdrückt oder Sättigung hervorgerufen wird, jedenfalls einen dauernden übermässigen Verbrauch der Lebensmittel, der einerseits Verschwendung ist, andererseits allmählich nachtheilige Einwirkungen auf die Verdauungsorgane ausübt.

Ferner darf nicht ausser Acht gelassen werden, dass das Bedürfniss an Wasser bei Kindern, besonders in der warmen Jahreszeit, nicht unerheblich ist. In meinen Untersuchungen über die gasförmigen Ausscheidungen bei Kindern (siehe oben) ergab sich, dass von Kindern von 4—13 Jahren bei Ruhe und einer Lufttemperatur von 15—22° C. in der Stunde 1—1,8 Grm. Wasser für 1 Kilo des Körpergewichts allein dampfförmig abgegeben wurde. An einem Sommertage (24 Stunden) scheidet ein sich nur wenig bewegendes Kind von 25 Kilo Körpergewicht sonach immerhin 600—1080 Grm. Wasserdampf ab, die wieder zu ersetzen sind, und selbstverständlich noch mehr bei lebhafter Bewegung.

---

1) Voit, a. a. O. S. 141.

Zur Deckung des Wasserbedürfnisses dürfte nun besonders bei Kindern, die zu guten Gewohnheiten erzogen werden sollen, neben Trinkwasser und Milch aus früher besprochenen Gründen der Genuss von wasserreichen, reifen Früchten (Obst, Beeren) wichtig und anstrebenswerth sein. Dass dieselben zu diesem Zwecke in grösserem Volum verzehrt werden müssen, bietet desshalb keinerlei Nachtheil, weil aus manchen — auch eigenen — Erfahrungen hervorgeht, dass die in Form von Obst u. s. w.[1]) genossenen Stoffe (mit dem Wasser) rasch aus dem Darme resorbirt werden; die Aufnahme selbst grosser Massen derselben führt daher nicht wie bei anderen, ebenfalls wasser-, aber auch stärkemehlreichen Gerichten (aus Kartoffeln u. s. w. bereitet), welch' letztere, in einer Art von gequollenem Zustande befindlich, langsam verdaut und resorbirt werden, zu einer länger dauernden Anfüllung des Magens und Darmes.

In Anstalten, in welchen Kinder oder Halberwachsene zu ernähren sind, dürften neben Fleisch daher Milch (und Molkereiproducte), Brod und andere aus Mehlproducten bereitete Speisen, wozu jedoch nicht die gröberen Sorten zu verwenden sind, die Grundlage der täglichen Nahrung bilden. Andere Speisen (Leguminosen, Kartoffeln und die anderen Vegetabilien in verschiedenen zweckmässigen Zubereitungen) bilden dabei die nöthige Ergänzung oder Abwechslung, sollen aber in einer rationellen Kost in der Regel nur als Zusätze zu den ebengenannten Lebensmitteln verbraucht werden. Da gerade Molkereiproducte im Vergleiche zu ihrem Nährstoffgehalte billig sind und mit der segensreichen Entwicklung des Molkereiwesens in der Neuzeit immer mehr verwendbare Fabrikate geliefert werden können, so ist besonders in den genannten Anstalten mehr als bisher meist geschah, die Verwendung der Milch zu beachten. Bereits mit einem Liter abgerahmter Milch, die um 12 Pfennige und weniger gekauft und von einem Kinde leicht und ohne Widerwillen zu erregen jeden Tag aufgenommen werden kann, wird die Hälfte des täglichen Eiweissbedarfes nebst einem Theile der erforderlichen Menge der stickstofffreien Nährstoffe gedeckt.

Bei der Ernährung des wachsenden Organismus ist neben der Auswahl der Lebensmittel die rationelle Vertheilung des Speisegenusses auf die verschiedenen Tageszeiten von hervorragender Bedeutung. Da einmal im kindlichen Körper die Bedingungen des Stoffzerfalls reichlicher vorhanden sind und sodann auch der Act der

1) Auch ein grösserer Verbrauch von Milch bewirkt nur eine vorübergehende Anfüllung des Magens, da die bei der Gerinnung des Caseins daselbst erhaltene Molke verhältnissmässig bald aufgesaugt wird.

Verdauung, wie ich aus einigen Beobachtungen schliessen muss, unter gleichen Umständen im Kinde für gewöhnlich rascher abzulaufen scheint als im Erwachsenen, so wird bei ersterem eine öfter im Tage wiederholte Aufnahme von Nährstoffen nöthig. Darauf ist zwar wohl bei Säuglingen, häufig aber bei grösseren oder halberwachsenen Kindern nicht in dem gebührenden Maasse geachtet worden. Es scheint nun, mit Rücksicht auf früher Besprochenes, zweckmässig, um den Kindern etwas gehaltreiche, sogenannte Zwischenbrode zu geben, neben dem Brode gerade hier Milch und Milchproducte zu verwenden, deren Anwendbarkeit um so leichter ist, als sie ohne besondere oder zeitraubende Zubereitung genossen werden können. Durch einen mehr oder weniger reichlichen Verbrauch von Milch zwischen den Hauptmahlzeiten wird noch der Vortheil erzielt, dass der Procentsatz der mit den letzteren zu verzehrenden Nährstoffe erniedrigt, und demnach eine vernünftige Angewöhnung der Kinder an kleinere Speisevolumina ermöglicht ist.

Dass bei der Anordnung der Arbeits-, beziehungsweise Schulstunden das Bedürfniss der Kinder nach wiederholter Speiseaufnahme besonders berücksichtigt werden muss, ist selbstverständlich. Die von manchen Seiten befürwortete, für den Erwachsenen angenehme Concentration der Unterrichts- und Arbeitsstunden mit nur kurzen Pausen muss für Kinder, abgesehen von anderen Momenten (siehe Capitel Schulhygiene) auch deshalb als unzweckmässig bezeichnet werden, weil ausser den zur Erholung und Ableitung der Kinder erforderlichen Unterbrechungen noch Zeit geschaffen werden muss für die mit der Nahrungsaufnahme verknüpfte Arbeit.

2. *Ernährung des Soldaten.*[1])

Bei der Ernährung der Soldaten ist die Aufgabe, gesunde, ihrem Alter nach meist am Ende der Wachsthumsperiode stehende Menschen, welche zwar sehr wechselnde, aber in bestimmten Zeiten doch ziemlich gleich bleibende Arbeitsleistungen auszuführen haben, auf die Dauer so zu erhalten, dass ihre durch beständige Uebung er-

1) Roth u. Lex, Handbuch der Militärgesundheitspflege. Berlin 1874/77. — Douillot, Hygiène militaire. Paris 1869. — Morache, Traîté d'hygiène militaire. Paris 1874. — Parkes-de Chaumont, Practical hygiene. London 1878. — Kirchner, Militärhygiene. Stuttgart 1877. — Voit, Zeitschrift für Biologie. 12. Bd. S. 26. 1876. (Auch separat erschienen.) — Kriegs-Sanitäts-Ordnung v. 10. Januar 1878. Berlin 1878. — Ernährung des Soldaten. Bericht der bayer. Special-Commission. München 1880. — Umfassende Zahlen- und Literaturzusammenstellungen siehe bei: Meinert, Armee- und Volksernährung. I. Bd. Berlin 1880.

worbene und unterhaltene Leistungsfähigkeit nicht verringert wird. Welche Mengen der Nahrungsstoffe [1]) zu diesem Behufe von einem Individuum verbraucht werden müssen, ist von den verschiedenen Verhältnissen abhängig, unter welchen sich die Soldaten befinden können, soweit dieselben von Einfluss auf den stofflichen Verbrauch im menschlichen Körper sind.

Mit Rücksicht hierauf sind wesentlich zwei Momente im Auge zu behalten: das ist einmal der Umstand, dass die einzelnen Soldaten in der Regel nach ihrer Körpergrösse und der vermuthlichen Muskelkraft und Arbeitsfähigkeit in verschiedene Abtheilungen eingereiht werden, und sodann die wechselnden Anforderungen, welche an die Leistungen der Truppen oder Truppenabtheilungen in der Garnison, bei Märschen und Manövern und im Kriege gestellt werden. Diese beiden Momente sind bei den Betrachtungen über den Bedarf des Soldaten von hervorragender Bedeutung, da unter sonst gleichen Umständen in einem grossen und muskelkräftigen Körper mehr verbrennliche Stoffe zerstört werden als in einem kleinen und schwächlichen, und da der Verbrauch bestimmter Stoffgruppen im menschlichen Organismus mit der Dauer und Intensität seiner Muskelarbeit ansteigt.

Es ist sonach klar, dass die Nahrung derjenigen Truppenabtheilungen, für welche grosse und kräftige Individuen ausgesucht werden und von denen durchgängig mehr schwere körperliche Anstrengungen verlangt werden, anders beschaffen sein muss als die derjenigen Truppen, welche bei kleinerem Körperbau mittlere Arbeiten auszuführen haben; ferner muss bei den gleichen Truppentheilen in verschiedenen Zeiten die Ernährungsart sich ändern mit dem wechselnden Grade der Leistungen, welche jene etwa zu übernehmen haben. Hierbei ist jedoch an zwei Umstände besonders zu erinnern: Einmal daran, dass nicht, wie man sich häufig vorstellt, mit der Grösse der Zufuhr und der Zersetzungen im Körper auch die Leistungsfähigkeit wechselt, sondern dass eine rationelle Ausführung der Arbeit, welche im Körper allerdings einen höheren Stoffverbrauch hervorruft, ausschliesslich durch die Uebung der zu jener nöthigen Organe ermöglicht wird. Die Aufgabe der Nahrungszufuhr von aussen ist nicht, die im Momente zersetzten Stoffe stets sofort zu ersetzen, sondern ihr Zweck ist, in den Organen des thätigen Menschen einen Vorrath von Ernährungsmaterial aufzuspeichern und

1) Aus bekannten Gründen genügt es, auch hier, wie in der Regel bei den Auseinandersetzungen über die menschliche Kost, nur Eiweiss, Fette und Kohlehydrate in die Berechnung einzubeziehen.

zu erhalten, bei dessen Gegenwart die Thätigkeit der Muskeln u. s. w. trotz des mit der Arbeit wechselnden Stoffverbrauches ohne dauernde Verminderung ihrer Masse ablaufen kann. Ein zweiter für die vorliegende Aufgabe noch wichtiger Umstand ist sodann, dass eine fortgesetzte regelmässige Thätigkeit der Organe des menschlichen Körpers zu einer Vermehrung ihrer Masse führt; man muss daher schliessen, dass bei dauernder, gleichmässiger Thätigkeit innerhalb verschiedener Truppengattungen die Muskelmasse der Einzelindividuen trotz anfänglicher Verschiedenheiten keineswegs besonders ungleich sein wird.

Diese Verhältnisse gestatten, bei der Ernährung der Soldaten die Individualisirung mehr als in anderen Fällen in den Hintergrund zu setzen, und für einige bestimmte Lagen, in welchen sich Gruppen von Soldaten befinden können, eine mittlere Summe von Nahrungsstoffen festzustellen, die innerhalb einer gegebenen Zeit für eine Person zur Verfügung sein muss. Während für die Berechnung der Mittelzahlen, wie üblich und zweckmässig, die Zeit von 24 Stunden festgehalten wird, genügt es, bezüglich der körperlichen Zustände, hier zu unterscheiden 1. zwischen der Ernährung junger Männer von mittlerer und von kräftiger Constitution (Infanterie, leichte Cavallerie u. s. w. einerseits, Artillerie u. s. w. andererseits); und 2. zwischen deren Bedürfnissen bei den verschiedenen mit der Art ihrer Aufgabe wechselnden oder sich steigernden Anstrengungen (Garnisonsdienst, Manöver, Krieg). Dabei sind einige äussere, inconstante (namentlich klimatische) Verhältnisse nicht völlig ausser Acht zu lassen, welche einerseits die Arbeitsfähigkeit wie auch den Nährstoffverbrauch theilweise erniedrigen (z. B. Sommerhitze), hauptsächlich aber solche, welche vermehrte Anstrengungen und einen gesteigerten Stoffverbrauch im Menschen zur Folge haben (Winterkälte, dauernde Witterungsunbilden u. s. w.). Letztere führen dazu, dass eine sonst mässige Tagesarbeit leicht zu schwerer Anstrengung wird.

Nach den Angaben der bayrischen Commission[1]) beläuft sich die mittlere tägliche Arbeitszeit des Infanteristen in der Garnison auf etwa 9 Stunden (mit 3 Stunden Exerciren im Freien im Winter und 4½ Stunden im Sommer mit einer Belastung von 19.8 Kgrm.); bei den Manövern auf 9½—10½ Stunden (wovon 8—9 Stunden Marsch u. s. w. mit gleicher Belastung) und im Felde auf 10—12 Stunden (wovon 8—10 Stunden mit 24,3 Kilo Belastung auf Märsche, Gefechte u. s. w. gerechnet werden müssen). Da nun die eigentliche

1) A. a. O. S. 18.

Arbeitszeit eines gewöhnlichen Handarbeiters im Durchschnitte täglich etwa 9—10 Stunden beträgt, so darf man mit der genannten Commission annehmen, dass der Soldat in der Garnison die mittlere Leistung eines kräftigen Arbeiters und bei den Manövern starke Arbeit verrichtet, während er im Felde zu sehr starker Anstrengung oder schwerer Arbeit geeignet sein muss.

Unterscheidet man somit nach Körpergrösse und Arbeitsleistung, welch letztere innerhalb der drei Arbeitszustände der Soldaten bei den meisten Einzelindividuen nahezu gleich geachtet werden kann, so lässt sich aus dem durch Untersuchungen festgestellten Verbrauche des arbeitenden Menschen die für leistungsfähige Truppen im Mittel nöthige Nahrungsmenge mit annähernder Sicherheit berechnen.

Bedarf an stickstofffreien Nahrungsstoffen. Dieser lässt sich bekanntlich berechnen aus der Menge des Fettes, welche beim Hunger zerstört wird, da durch die Zufuhr von Fett oder von anderen Stoffen, welche das Fett mit dem gleichen Effecte im Körper vertreten können, wohl unter dem Einflusse der damit verknüpften Darmarbeit u. s. w. im Thierkörper etwas mehr Fett zerstört wird als beim Hunger, sonst aber ein eventueller Ueberschuss in der Zufuhr zur Fettaufspeicherung im Körper führt. Unter gleichen Umständen und in gleicher Zeit zerfällt nun beim Hunger im Allgemeinen in einem grösseren Organismus, wenn auch selbstverständlich nicht völlig proportional dem Körpergewichte, mehr Fett als in einem kleineren Individuum; es verbraucht ferner der noch nicht ausgewachsene Körper etwas mehr Fett als der erwachsene, und endlich steigt mit der Arbeitsleistung (resp. der Muskelthätigkeit) die Zerstörung von Fett im Körper proportional an. Der fast nur in extremen Fällen zur Wirkung kommende Einfluss der Temperatur auf den Fettverbrauch im normalen Menschen kann hierbei, wie oben gethan, als Vermehrung und eventuell als Verminderung der körperlichen Leistungen in Rechnung gebracht werden.

Nach den Untersuchungen von Pettenkofer und Voit[1]) kann man nun annehmen, dass unter sonst gewöhnlichen Umständen bei Hunger und Ruhe in 24 Stunden von einem kräftigen Manne, entsprechend seiner Körpergrösse und Muskelmasse, bei einer mittleren Eiweisszersetzung in seinen Organen etwa 190—210 Grm. Fett verbraucht werden, während in schwächlichen Individuen (unter 60 Kilo Körpergewicht) hierbei beträchtlich weniger Fett zerfällt.[2]) Unter

1) Pettenkofer und Voit, Zeitschr. f. Biologie. 2. Bd. S. 459. 1866. Siehe auch Bericht der bayr. Commission, a. a. O. S. 17.

2) Bei der Aufnahme einer mittleren Kost, bei welcher das Stickstoffgleich-

dem Einflusse von Muskelarbeit wird dieser Verbrauch nach neueren Untersuchungen Voit's[1]) so weit gesteigert, dass nunmehr bei einer sehr mässigen Leistung von 24000 Kilogrammmeter in der Arbeitsstunde ungefähr 8 Grm. Fett mehr oxydirt wird.

Für die oben besprochenen Verhältnisse ergibt sich sonach als Fettbedarf im Mittel für einen Mann im Tage:

	bei leichten Truppen	bei schweren Truppen
Garnison . .	190 + 72 = 262	210 + 72 = 282
Manöver . . .	190 + 85 = 275	210 + 85 = 495
Feld	190 + 96 = 286	210 + 96 = 306

Da hierbei die mit der Nahrungsaufnahme verknüpfte Functionssteigerung des Darmes und anderer Organe, sowie der Umstand, dass die Soldaten meist noch nicht völlig erwachsene Individuen sind — Momente, welche beide einen höheren Fettumsatz im menschlichen Körper veranlassen — noch nicht einmal in Rechnung gezogen sind und zudem noch ein Verbrauch bei mässiger Tagesarbeit angenommen wurde, so ist kaum zu zweifeln, dass mit obigen Zahlen das Minimum von Fett angegeben ist, was ein Soldat durchschnittlich im Tage bedarf oder erhalten muss, wenn nicht sein Fettvorrath, beziehungsweise das Ernährungsmaterial in seinem Körper abnehmen soll.

Zur Verhütung des Fettverlustes vom Körper dient, vom Eiweiss einstweilen abgesehen, die Zufuhr von Fetten und Kohlehydraten; die gleiche Wirkung in dieser Beziehung kann aber mit

gewicht herrschte und der Fettverlust durch die Zufuhr von Fetten und Kohlehydraten gedeckt wurde, wurden in den angeführten Versuchen von der gleichen Versuchsperson (in der Ruhe) 72 Grm. Fett und 352 Grm. Kohlehydrate verbraucht. Rechnet man nach Voit 175 Kohlehydrate äquivalent 100 Fett, so würden sonach hierbei 201 + 72 = 273 Grm. Fett zerstört worden sein. Dieser Mehrverbrauch ist wohl zu gross, um durch die vermehrte Darmarbeit etc. bei der Nahrungsaufnahme erklärt werden zu können. Rechnet man dagegen Fette und Kohlehydrate in dem Verhältnisse von 100 zu 240, wie dies früher Liebig gethan hatte, so würden bei Nahrungsaufnahme und Ruhe 147 + 72 = 219 Grm. Fett in 24 Stunden oxydirt sein. Ich glaube, man wird hierdurch im Gegensatze zu der auf Thierversuche sich stützenden Annahme (s. 1. Theil dieses Buches), zu dem Schlusse gedrängt, dass beim Menschen Fette und Kohlehydrate in Bezug auf den Fettumsatz sich nach ihrem Wärmeäquivalentwerthe vertreten. Neue Versuche können hier erst Sicherheit geben; doch muss einstweilen in den nachstehenden Zeilen die Verhältnisszahl 100 zu 240 angenommen werden.

1) Ber. d. bayr. Commission, a. a. O. S. 17.

verschiedenen Mischungen der beiden Nährstoffgruppen erzielt werden. Nimmt man statt des Verhältnisses, welches in den Versuchen von Voit und Pettenkofer willkürlich gewählt war, die Menge von 500 Grm. Kohlehydraten — diejenige Menge nämlich, welche nach Voit in der täglichen Kost eines Erwachsenen nicht überschritten werden soll —, so müssten in der mittleren täglichen Ration des Soldaten von mittlerer Körperconstitution unter der Annahme, dass 100 Grm. Fett gleichwerthig 240 Grm. Kohlehydrate (500 Grm. der letzteren sonach = 208 Grm. Fett) sind[1]), enthalten sein:

	Fett	Kohlehydrate
1. Garnison .	54	500
2. Manöver . .	67	500
3. Feld . . .	78	500

Dieses Minimum ist für die Truppengattungen, welche aus den kräftigeren Individuen zusammengestellt werden, und welche im Verhältnisse zu anderen schwerere körperliche Arbeiten auszuführen haben, mindestens mit einer mittleren Menge von 20 Grm. Fett im Tage zu vermehren. Das Gleiche muss geschehen, wenn die Truppen länger dauernden, nicht durch genügende Rastzeiten unterbrochenen Anstrengungen unterworfen sind, was sich im Felde bekanntlich ereignen kann. Wenn während grosser — aber mit Ruheperioden abwechselnder — Leistungen im Körper mehr Fett verbraucht werden sollte als der Zufuhr entspricht, so wird hierbei der Fettvorrath im Körper angegriffen; aber in den dazwischen liegenden Ruhezeiten ergänzt sich dieser wiederum, da bei der Ruhe weniger[2]) verbraucht wird als dem oben berechneten Minimum der täglichen Zufuhr entspricht. Fehlt jedoch die genügende Rastzeit (Schlaf bei Nacht,

1) Rechnet man, wie die Experimente am Hunde zu ergeben schienen, den Wirkungswerth der Kohlehydrate und Fette auf den Fettverbrauch wie 175 zu 100, so würden 500 Grm. der ersteren 286 Grm. Fett entsprechen, damit wäre aber der Bedarf des Soldaten an stickstofffreien Stoffen in den Zeiten starker Anstrengungen bereits gedeckt. Thatsächlich werden aber stets und überall von erwachsenen Männern, die einigermaassen arbeitsfähig sind, im Tage mehr Fette und Kohlehydrate verzehrt, als dieser Menge entsprechen würden (siehe den 1. Abschnitt dieses Buches). Auch diese Erfahrung zwingt anscheinend, den Wärmeäquivalentwerth der beiden Substanzen bei deren Wirkung auf den Fettumsatz im menschlichen Körper beizubehalten.

2) und zwar um so weniger, wenn nach stärkeren mehrtägigen Anstrengungen, wie das bekanntlich der Fall ist, die an den Rasttagen folgende Ruhe entsprechend tiefer wird.

Rasttage u. s. w.), so ist wohl trotz anscheinend genügender Zufuhr eine Fettverarmung des Körpers unausbleiblich, die die Leistungsfähigkeit der Truppen beeinträchtigt, aber durch eine erhöhte Fettzufuhr verhütet werden kann.

Bedarf an Eiweiss. Das Minimum der Eiweissmenge, welche ein Soldat zum Zwecke der Erhaltung eines leistungsfähigen Körpers zugeführt erhalten soll, lässt sich mit weniger Bestimmtheit angeben als das bei den stickstofffreien Substanzen möglich erschien. Wird viel Eiweiss gereicht, so steigt rasch die Zersetzung desselben an, wird wenig zugeführt, so sinkt der Eiweissumsatz, so dass bei relativ ungleichen Eiweissmengen in der Nahrung der Körperbestand erhalten werden kann. Ein Ueberschuss in der Nahrung zerfällt also, ohne zu einer bleibenden Aufspeicherung im Körper zu führen, während bei einer zu niedrigen Zufuhr und Zersetzung von Eiweiss die Masse der Organe und damit deren Leistungsfähigkeit abnimmt. Während ferner äussere Verhältnisse und wechselnde Zustände des Menschen, so speciell seine Arbeitsleistung, den Fettumsatz beherrschen, wird die Grösse des Eiweissverbrauches im Gesammtkörper von der Arbeit u. s. w. nicht beeinflusst. Man ist daher bei der Feststellung des Eiweissbedürfnisses für den Soldaten auf die Erfahrung angewiesen, welche zeigen kann, welche Eiweissmenge im Tage durchschnittlich von Erwachsenen, welche sich, unter ähnlichen Bedingungen wie die Soldaten lebend, unseren Kenntnissen nach zweckmässig nähren, verbraucht wird. Man findet nun, wenn man die Erhebungen in verschiedenen Ländern und Klimaten vergleicht (s. den ersten Abschnitt dieses Buches), dass solcherweise 100—170 Grm. und mehr Eiweiss täglich von einer Person verbraucht werden und zwar im Allgemeinen bei kräftigem Körperzustande mehr, weniger bei schwächlicher Constitution oder geringem Leistungsvermögen. Sieht man von den Extremen ab, welche bei schwächlichen oder aus verschiedenen Gründen unzweckmässig ernährten Menschen gefunden werden, so ergibt sich, dass gesunde Männer, welche mässige oder mittlere Arbeiten ausführen, in verschiedenen pflanzlichen und thierischen Nahrungsmitteln durchschnittlich 120—137 Grm. Eiweiss im Tage verzehren.

Wenn man nun auch nicht zweifeln kann, dass kleinere Personen, die nur leichtere Arbeiten auszuführen haben, bei einer geringeren täglichen Eiweissaufnahme dauernd sich erhalten können[1]),

1) Vergl. Benecke, Schriften der Gesellschaft zur Beförderung der gesammten Naturwissenschaften zu Marburg. 11. Bd. 1878. — Flügge, Beiträge zur Hygiene. S. 93. Leipzig 1879.

so dürfte für einen Arbeiter, welcher einigermaassen schwereren körperlichen Anstrengungen unterworfen sein kann und dabei auf die Dauer leistungsfähig bleiben soll, nicht viel weniger Eiweiss in Form der sogenannten gemischten Kost als die eben genannten Summen durchschnittlich im Tage gereicht werden.

Mehrere Gründe sprechen in der That dafür[1]), dass beim Soldaten, wie überhaupt bei kräftigen Menschen, welche zu mehr als nur leichten Handarbeiten tauglich sein sollen, eine etwas reichliche Eiweisszufuhr nöthig erachtet werden muss. Abgesehen davon, dass in der grösseren Organmasse solcher und namentlich noch jugendlicher Personen an sich mehr Eiweiss zerfällt als in einem kleinen und schwächlichen Organismus, so führt fortgesetzte Muskelthätigkeit und Uebung bei jedem Körperbau zur Verdickung der Muskulatur, also zur Ansammlung von Eiweiss im Körper, welche nun durch eine entsprechende Eiweisszufuhr erhalten werden muss; sodann erfordert der mit der Muskelarbeit ansteigende Fettumsatz eine erhöhte Aufnahme der stickstofffreien Nahrungsstoffe und dazu eine entsprechend vermehrte Production der stickstoffhaltigen Verdauungssäfte, die nun wiederum eine Erhöhung des Eiweissumsatzes und sonach der Eiweissaufnahme in dem arbeitenden Körper voraussetzt.[2]) Trotzdem sonach unter dem Einflusse der Tagesarbeit innerhalb 24 Stunden im menschlichen Körper nicht mehr Eiweiss zersetzt wird wie bei der Ruhe, so ist doch ersichtlich, dass bei dauernden körperlichen Anstrengungen einer Person zur Erhaltung ihres Arbeitsvermögens nicht nur deren Fett-, sondern auch deren Eiweissbedarf grösser wird. Man ist daher berechtigt, mit Voit die Summe von 118—120 Grm. Eiweiss, die er als tägliches Bedürfniss für den eine mittlere Arbeit leistenden Handarbeiter berechnet, als Minimalzahl der täglichen Eiweissmenge anzunehmen, welche dem Soldaten von mittlerer Körperconstitution und Thätigkeit (Garnison) durchschnittlich zu reichen ist. Diese kleinste Menge ist aus den angeführten Gründen bei den schweren Truppengattungen oder bei dauernd erhöhten Anstrengungen ähnlich der Fettzufuhr entsprechend zu vermehren.

Eine für den leistungsfähigen Soldaten passende Nahrung müsste hiernach im Mittel täglich etwa enthalten[3]):

1) Bowie (Voit), Zeitschr. f. Biologie. 15. Bd. S. 459. 1879.

2) Hofmann, Die Fleischnahrung und die Fleischconserven. Leipzig 1880.

3) S. besonders den Ber. der bayr. Commission (Voit), a. a. O. S. 20. — Kriegssanitätsordnung 1878. S. 202.

	Eiweiss	Fett	Kohle-hydrate
1. In der Garnison	118—125	55—60	500
2. Bei Manövern .	130—135	65—80	500
3. Im Felde . .	135—145	über 80—100	500

Von den hier berechneten Zahlen weichen die Rationen in vielen Armeen nicht sehr beträchtlich ab; in einzelnen derselben schliessen sich die Verpflegungssätze, z. B. die neuen, mit Sorgfalt durchgearbeiteten Reglements für die niederländische Landmacht (1881)[1], sogar eng den Berechnungen Voit's an. Nur ist nicht selten die aus den vorgeschriebenen Rationen der Lebensmittel für einen Tag berechnete Menge der Kohlehydrate grösser und die Fettmenge geringer als hier angegeben, dabei bisweilen in einem Verhältnisse, das nach den Erfahrungen über das Verhalten der Nahrungsmittel im Darme unzweckmässig genannt werden muss. Die Ursache dieser Differenz ist meist der Umstand, dass im Verhältniss zu anderen Speisen das Brod, welches wegen seiner leichten Geniessbarkeit, aber auch wegen seiner relativ guten Transportfähigkeit und Haltbarkeit u. s. w. stets einen hervorragenden Antheil der Nahrung der Soldaten ausmacht, in überreichlicher Quantität häufig noch in Verbindung mit grösseren Mengen von Kartoffeln[2], in den militärischen Speisezetteln figurirt.

Nach einer den Handbüchern der Militärhygiene entnommenen Zusammenstellung Meinert's[3]) werden in den nachstehenden Armeen an einen Soldaten im Mittel — doch selbstverständlich mit erheblichen Abweichungen hiervon an den einzelnen Tagen — etwa gereicht:

1) Voorschrift betreff. de voeding van de militairen der Landmagt etc. Vastgest. bij beschikk. v. d. Minist. v. Oorlog van 25 Oct. 1880. Afd. VI. Intend. No. 81. 's Gravenhage 1880. Im Mittel berechnet sich hier pro Mann und Kopf etwa:

	Eiweiss	Fett	Kohlehydrate
bei Garnisondienst . .	120	60	550
bei Manövern etc. . . .	130	75—80	520

Summen, welche im Kriege entsprechend erhöht werden.

2) Mit Recht ist in dem öfter erwähnten bayrischen Berichte (S. 23) bemerkt, es erscheine bei unsern Gewohnheiten kaum denkbar, dass Jemand an einem Tage neben anderen Speisen z. B. Fleisch etc. noch 2000 Gr. Kartoffel und 750 Grm. Brod verzehre. Jedenfalls ist eine in solcher Weise täglich erfolgende Speiseaustheilung aus bekannten Gründen als nicht rationell zu bezeichnen.

3) Meinert a. a. O. I. Bd. S. 286. Vgl. übrigens Kirchner a. a. O. — Die von Meinert beliebte Ausscheidung von resorbirbarem Eiweiss in der Tabelle ist, solange nicht umfassendere Ausnützungsversuche vorliegen, willkürlich.

Armeen	Eiweiss	Fett	Kohle-hydrate
1. Deutsches Reich:			
a) Kleine Friedensportion	107	22	489
b) Grosse Friedensportion	135	27	533
c) Kleine Kriegsportion			
bei Fleisch und Brod	133	35	471
bei Speck und Brod	78	146	471
bei Fleisch und Zwieback	150	35	471
bei Speck und Zwieback	97	146	471
Grosse Kriegsportion	192	45	678
2. Oesterreich-Ungarn:			
Frieden	100	51	474
Krieg: bei Fleisch	146	47	645
bei Speck	109	135	645
3. Frankreich (1874):			
Frieden	130	29	542
Feld: bei Brod	139	31	574
bei Zwieback	168	31	574
Marine[1])	136	44	478
4. Italien (1869):			
Frieden	113	38	613
Krieg	127	45	613
5. Belgien (1866) Minimum	120	25	596
6. Schweiz (1866) Minimum:			
Frieden	97	36	350
Krieg	123	51	350
7. Spanien (1860):			
Krieg: bei Brod und Fleisch	94	23	447
bei Brod und Speck	57	86	447
bei Brod und getrocknetem Fisch .	252	9	447
8. Russland (1871)	166	28	700
9. Türkei (1860)	110	47	540
10. England (1873):			
Frieden	104	41	520
Feld (Minimum)	106	54	365
11. Vereinigte Staaten N.-A. (1875):			
Frieden: bei Brod	129	49	377
bei Zwieback	150	48	460
Krieg: bei Brod	160	42	490
bei Zwieback	176	42	640

Was die Mischungsverhältnisse der Nahrungsmittel, aus welchen die dem Soldaten nöthige Nahrung zusammengestellt werden kann, und die Qualität der letzteren anlangt, so muss in dieser Beziehung auf den ersten Abschnitt dieses Buches verwiesen werden. Wenn auch im Allgemeinen die Kost des Soldaten, namentlich im Felde, begreiflicherweise nur aus wenigen Speisen zusammengesetzt sein kann und dabei der Quantität nach hauptsächlich Brod und Fleisch[2])

1) Vgl. auch Fonssagrives, Traité d'Hygiène navale. 1877. p. 779.

2) Die bayerische Commission (a. a. O. S. 33 u. ff.) nimmt als tägliches Brodmaximum 750 Grm. an, eine Menge, welche jedoch zweckmässig — wegen der auch beim Brodverbrauche allmählich auftretenden Abneigung gegen den dauern-

verbraucht werden, so ist die richtige Auswahl, Zubereitung und Vertheilung der Speisen, für welche dort die leitenden Gedanken hinreichend ausgesprochen sind, sowie der rationelle Verbrauch von Würz- (Kochsalz[1]) u. s. w.) und Genussmitteln (Kaffee, Alkohol) auch hier von nicht geringer Bedeutung; dies gilt besonders bei der in neuerer Zeit nicht blos auf Schiffen, sondern auch bei den Armeen immer mehr geübten Anwendung der Conserven, welche bekanntlich in mannigfacher Weise geliefert werden können. An einen Umstand dürfte jedoch wohl noch besonders erinnert werden, dessen Nichtbeachtung bei der Ernährung der Soldaten im Felde und auch bei Manövern unter Umständen nachtheilige Folgen haben kann[2]); das ist, dass nicht längere Zeit hindurch die tägliche Kost oder der grössere Theil derselben in einer Hauptmahlzeit oder am Ende tagelanger Märsche gereicht wird; die Aufnahme von Speisen während des Tages ist den Truppen in ähnlicher Weise vertheilt zu ermöglichen, wie allgemein als zweckmässig erkannt wurde.[3]) Eine rationelle Vertheilung des Speisegenusses ist besonders dann noch von Wichtigkeit, wenn relativ eiweissreiche Nahrungsmittel z. B. Fleisch genossen werden. Diese werden, allein verzehrt, meist rasch verdaut und resorbirt und nach der Resorption alsbald zersetzt, während dann in den darauffolgenden Stunden die Eiweisszersetzung im Körper auf Kosten der Organmasse vor sich gehen kann. Werden zum Fleische stärkemehlhaltige Speisen (Brod) verzehrt, so wird die Verdauung und Resorption des ersteren immerhin etwas verlangsamt und läuft damit auch die Eiweisszersetzung im Körper gleichmässiger ab. Aus diesem Grunde erscheint der Vorschlag der bayrischen Commission[4]), bei Manövern und im Felde dann, wenn nur einmal im

---

den Genuss einer Speise in grösserer Menge — in einigen, verschieden schmeckenden Brodsorten, wie 1797 bereits Graf Rumford als richtig erkannte, gereicht wird. Rechnet man nun dazu mit der Commission 212 Grm. knochenfreies frisches Fleisch (230—250 Grm. mit Fleisch) oder gleichwerthige Substanzen wie Fleischwaaren oder Käse, so sind darin enthalten (a. a. O. S. 38):

	Eiweiss	Fett	Kohlehydrate
750 Grm. Brod .	63,7	9,7	393,7
212 Grm. Fleisch	41,8	20,7	—
	105,5	30,4	393,7

Durch andere Nahrungsmittel sind sonach noch zu decken etwa 15 Grm. Eiweiss, 26 Grm. Fett und 106 Grm. Kohlehydrate.

1) Für die tägliche Victualienportion wird in der Kriegs-Sanitätsordnung ein Zusatz von 25 Grm. Kochsalz verlangt.

2) Forster, Zeitschr. f. Biologie. 9. Bd. S. 384. 1873.

3) S. auch Kirchner, a. a. O. S. 28.

4) A. a. O. S. 37.

Tage abgekocht werden kann, in der einen Hauptmahlzeit die gesammte Fleischportion zu verzehren, nicht zweckmässig; rathsamer ist es auch in solchen Ausnahmsfällen nur einen Theil des Fleisches mit reichlich Brod, beziehungsweise stärkemehlhaltigen Substanzen, zu essen, da eben die alleinige reichliche Eiweissaufnahme doch nur zu einer raschen und zum Theile nutzlosen Eiweisszersetzung führen würde.

Bei der Mundverpflegung des Soldaten ist auf all diese Verhältnisse, sowie auch auf die Beschaffung reiner und normaler Lebensmittel ganz besonders zu achten; denn nicht zum Mindesten beim Soldaten handelt es sich darum, durch eine in jeder Beziehung rationelle Ernährungsweise und ein regelmässiges Leben überhaupt dessen Körper fähig zu machen, unvermeidlich ihn treffende Störungen ohne bemerkenswerthe Schädigung seiner Gesundheit und Leistungsfähigkeit zu ertragen.

Eiserner Bestand.[1]) Aus praktischen Gründen[2]) erscheint eine tägliche Ausgabe der Mundverpflegung an die Mannschaft zweckmässig. Indess liessen die Erfahrungen im Felde es unter Umständen passend erscheinen, den Soldaten wie mit Munition so auch mit Reservenahrung für einige Zeit auszurüsten. Dies führte bekanntlich in einigen Armeen zur Einführung des sogen. eisernen Bestandes, d. h. eines Proviantes, den der Soldat beständig im Vereine mit seinem anderen Gepäcke mit sich tragen muss und von dem er nur in besonderer Noth Gebrauch machen sollte. Der eiserne Bestand soll also dann, wenn die gewöhnliche Mundverpflegung durch tägliche Austheilung der Nahrungsmittel schwierig oder unmöglich geworden ist, z. B. bei raschen Märschen, Truppen-Concentrationen, bei Unterbrechung der Verbindungen, bei gefährlichen Unternehmungen einzelner Detachements u. s. w. als Ersatz in Verwendung genommen werden.

Es ist von vorneherein klar, dass der den eisernen Bestand zusammensetzende Proviant unter solchen Umständen bestimmte Eigenschaften haben muss. Sein Volum und Gewicht muss selbstverständlich möglichst klein sein; er darf ferner auch in leichter Verpackung oder Umhüllung bei längerem Transporte nicht verderben und soll endlich möglichst ohne besondere Zubereitung genossen werden können. Nur wasserarme Substanzen können daher die Reservenahrung bilden, deren Zusammenstellung in geeigneter Weise seit den Fort-

1) Voit, Anhaltspunkte zur Beurtheilung des sogen. eisernen Bestandes. München 1876.

2) Vgl. hierüber die Handbücher der Militärgesundheitspflege.

schritten der Conserventechnik in der neueren Zeit übrigens keine besonderen Schwierigkeiten darbieten dürfte.

Vor allen Dingen ist nun zu beachten, dass eine volle tägliche Mannesnahrung auch in der concentrirtesten Form immerhin ein nicht unbeträchtliches Gewicht darbietet, ein höheres, wenn mehr Kohlehydrate, ein geringeres, wenn relativ mehr Fette in derselben enthalten sind. Nach den Berechnungen Voit's würden die Mannschaften bei wechselnder Verpflegung als Minimalgewichte in Grammen für die reinen Nahrungsstoffe allein schon zu tragen haben:

Eiweiss	Fett	Kohlehydrate	Summe für 1 Tag	Summe für 3 Tage
120	170	350	640	1920
120	227	250	597	1791
120	284	150	554	1662

Dieses Gewicht wird dadurch noch grösser, dass reine Nährstoffe an sich keine geniessbare Nahrung geben, sondern in Form von Speisen gereicht werden müssen, die auch in getrocknetem Zustande (als Fleischmehl, Erbsenmehl, Brod-, Zwieback-, Käsepulver u. s. w.) immer noch 10—20 % mehr wiegen können als die reinen Nährstoffe.

Bekanntlich ist eine regelmässige Mundverpflegung der Truppen auch im Felde neuerlich durch die ausgebreitete Bereitung und Anwendung der Conserven [1]), welche sich im Allgemeinen durch ihre Haltbarkeit und Transportfähigkeit, meist auch durch ihr relativ geringes Volum und Gewicht auszeichnen, sehr erleichtert worden. Desshalb bietet auch die tägliche Ausreichung der Mundverpflegung an die Mannschaft aus einem für grössere Truppentheile bestimmten Vorrathe selbst unter ungünstigen Verhältnissen nicht mehr die gleichen Schwierigkeiten wie noch in kurzvergangener Zeit. Andererseits ist aber aus dem gleichen Grunde an eine etwa dreitägige Verproviantirung des einzelnen Soldaten eher zu denken, als früher, wo wasserarme Conserven nicht in der gleichen Mannigfaltigkeit und Qualität wie jetzt zur Verfügung standen oder bereitet werden konnten. Während sonach die Frage, ob der Soldat zu seinem sonstigen Feldgepäcke noch den für einige Tage nöthigen Proviant stets mit

1) Die ausschliessliche Verpflegung mit Conserven (s. den 1. Abschnitt dieses Buches) erscheint bekanntlich nicht zweckmässig, da diese, wie namentlich die Erfahrungen auf Schiffen zeigen, auch bei anscheinender Mannigfaltigkeit der Mischungen leicht dem Geschmacke zuwider werden, wenn sie längere Zeit allein genossen werden müssen.

sich tragen soll, mehr nach militärischen und disciplinären Gesichtspunkten zu entscheiden ist, kann es sich hier allein darum handeln, ob auch für einzelne, im Ganzen wohl selten sich ereignende Fälle der Noth, die nicht allein mit Hinsicht auf die Mundverpflegung, sondern noch mehr mit Rücksicht auf die Bedürfnisse nach Munition u. s. w. bekanntlich möglichst zu vermeiden sind, oder nur kürzeste Zeit dauern dürfen, den Mannschaften stets eine volle Nahrung zu Gebote zu stehen habe.

Abgesehen von dem Umstande, dass gerade in Nothfällen es den Truppen schwierig werden kann, den Speiseverbrauch nach Tageszeiten zu regeln und so das sonst nöthige Tagesquantum zu bewältigen, erscheint es aus physiologischen oder hygienischen Gründen nicht absolut nöthig, täglich annähernd gleiche Nährstoffmengen zu gebrauchen; die Gründe hierfür sind an einer früheren Stelle hinreichend besprochen. Eine selbst mehrtägige mangelhafte Zufuhr, namentlich was das Eiweiss anlangt, kann darnach vorübergehend — unter der Voraussetzung, dass es Individuen betrifft, welche sich in einem guten Ernährungszustande befanden und nach Ablauf der Hungerzeit Gelegenheit und Material zur Erholung erhalten — ohne Nachtheil ertragen werden, ja selbst ohne Beeinträchtigung der Leistungsfähigkeit, wenn man das von den wenigsten Menschen zu überwindende Hungergefühl mit seinen verschiedenen, hauptsächlich psychischen Folgen auf irgend eine Weise zu unterdrücken oder abzuleiten im Stande ist. Dies letztere kann bei einer quantitativ ungenügenden Zufuhr erfahrungsweise durch den Verbrauch relativ kleiner Mengen von allgemein wirkenden Genussmitteln, so hauptsächlich Alkohol, ferner Kaffee und ähnliche Substanzen, wozu auch der Tabak gerechnet werden muss, bewirkt werden.

Selbstverständlich sollen Truppen nur in unvermeidlichen Fällen und nicht wiederholt in kürzeren Fristen einem solchen Mangel ausgesetzt sein, wenn nicht einerseits deren Leistungslust, andererseits deren Körperzustand und somit ihr Arbeitsvermögen leiden soll. Man muss sich eben hierbei an maassgebender Stelle bewusst sein, dass der eiserne Bestand keine Nahrung sondern nur ein Nothbehelf ist. Aus welchen Stoffen und aus wieviel derselben am zweckmässigsten der Nothproviant, als welchen man den sog. eisernen Bestand meist ansieht, zusammengesetzt wird, dürfte nach den Gewohnheiten und der Lebensart der Mannschaften, namentlich aber nach den äusseren Umständen, unter welchen sich die Truppen befinden können (Klima, Jahreszeit u. s. w.), verschieden sein. In diesem Sinne würde es nach den Angaben Voit's (a. a. O.) genügen können, entweder

die für eine einzige Mahlzeit des Erwachsenen treffenden Nährstoffmengen, also etwa 56 Grm. Eiweiss, 100 Grm. Fett und 122 Grm. Kohlehydrate im Tage, in Form verschiedener wasserarmer Conserven zu dem „eisernen Bestande“ zusammenzustellen, oder selbst — ähnlich den Gemsenjägern Graubündtens, die auf beschwerlichen Streifzügen im Hochgebirge meist nur Speck und Branntwein mitnehmen, oder den Eingeborenen Südamerikas, welche, wie man erzählt, auf den Zügen durch die Pampas u. s. w. Coca-Blätter kauen, statt Speisen geniessen — noch weniger Nahrungsstoffe, aber unter Zusatz eines Genussmittels dafür zu verwenden, welches hier aber nicht, wie Voit meinte, durch seinen Wohlgeschmack sondern durch allgemein erregende Eigenschaften (s. auch den 1. Abschnitt S. 90) zu wirken hat.

3. *Ernährung in Gefängnissen und Arbeitshäusern.*[1])

Die Bevölkerung in den Gefangenenanstalten und den diesen ähnlichen Arbeitshäusern ist, soweit dies hier in Betracht kommt, im Allgemeinen einmal nach dem Geschlechte, dann nach den Arbeiten, die in den Anstalten ausgeführt werden, und endlich nach der Dauer der Haft zu unterscheiden. Als allgemeiner Grundsatz für die Behandlung der in verschiedener Haft (Untersuchungs-, Strafhaft, Arbeitsdetention u. s. w.) befindlichen Personen darf wohl gelten, dass diese in der Hauptsache wohl der Freiheit ihrer Handlungen beraubt, dagegen nicht an ihrem Körper oder ihrer Gesundheit geschädigt werden sollen, soweit das bei den Zwecken und den nothwendigen Einrichtungen der Gefangenenanstalten, sowie der mit der Haft verbundenen Lebensweise der Gefangenen möglich ist.[2])

Es zeigt nun bekanntlich die Erfahrung, dass hier Krankheiten einzeln oder gehäuft vorkommen, deren Auftreten nach allgemeiner Meinung direct (z. B. Darmerkrankungen, Scorbut und ähnliche), oder indirect (z. B. Scrophulose, Phthise) mit einer irrationellen Ernährung in Verband stehen, und welche in der That durch Besserung der Verpflegung mehr oder weniger zum Weichen gebracht werden können.[3])

Offenbar handelt es sich in den genannten Anstalten — von

1) Voit, Zeitschr. f. Biologie. 12. Bd. S. 32. 1876. — Schuster, Untersuchung der Kost in zwei Gefängnissen. München 1877.

2) Vgl. den Abschnitt „Gefängnisse“ in diesem Buche.

3) S. bes. Wald, Die Skorbutepidemie in der Strafanstalt Waltenburg. Casper's Vierteljahrsschr. XI. Bd. S. 46. 1857. — Bär, Die Gefängnisse etc. Berlin 1871. — Felix, Deut. Vierteljahrsschr. f. öffentl. Gesundheitspflege. Bd. 3. S. 111. 1871. — Bär, Ebendaselbst. Bd. 8. S. 601. 1876.

einigen besonderen Einrichtungen abgesehen — um die Ernährung von Personen, deren Leistungsfähigkeit oder Arbeitsvermögen in der Regel nur in relativ geringem Maasse in Anspruch genommen wird. Der Zweck der Ernährung ist daher bei diesen nicht wie bei den Soldaten oder Handarbeitern, einen muskelreichen Körperzustand herzustellen oder zu erhalten, sondern es kann nur die Aufgabe sein, die Inwohner der vorliegenden Anstalten unter Vermeidung alles Ueberflüssigen zum Mindesten so zu ernähren, dass durch die Art der Mundverpflegung deren Körper keinen bleibenden Nachtheil erfahre, und deren Gesundheit und Leben namentlich auch bei längerer Haft nicht in Gefahr gebracht werde. Hierzu ist nöthig, dass durchschnittlich auf einen Tag jedem Einzelindividuum ein bestimmtes Minimum der Nahrungsstoffe in einer geeigneten Form und Mischung zur Verfügung gestellt ist.

Das Minimum der verbrennlichen Nahrungsstoffe, welches zu diesem Zwecke in verschiedenen Speisen von einem nicht arbeitenden Menschen von geringer Muskelentwicklung zu seiner Erhaltung verzehrt werden muss, lässt sich bekanntlich nicht mit Sicherheit angeben; indess kann man aus früher angegebenen Gründen die hier nöthige Fettzufuhr aus der Fettzersetzung, die in einem schwächlichen Körper bei Ruhe statt hat, einigermaassen berechnen, während das Minimum der Eiweisszufuhr auf weiterem Umwege zu erheben ist. Es existirt nun meines Wissens bisher eine einzige Beobachtung, welche eine solche Berechnung gestattet. In den Untersuchungen Pettenkofer's und Voit's über den Stoffverbrauch des normalen Menschen[1]) wurde auch der Gesammtverbrauch bestimmt bei einem schwächlichen, aber sonst gesunden Individuum von 53 Kilogramm Körpergewicht. Dieses zersetzte — berechnet nach der Kohlenstoff- und Stickstoffausscheidung — bei mittlerer Kost in 24 Stunden 137 Grm. Eiweiss und 352 Grm. Kohlehydrate, aber dabei kein Fett mehr, während ein kräftiger, 70 Kgrm. schwerer Mann unter gleichen Umständen neben derselben Menge von Eiweiss und Kohlehydraten noch 72 Grm. Fett zerstörte. Nimmt man, geleitet von den früheren Auseinandersetzungen (S. 382, Anm.), 240 Grm. Kohlehydrate äquivalent an 100 Grm. Fett, und, was des hohen Eiweissumsatzes halber in Rechnung gebracht werden muss, den Wirkungswerth des zersetzten Eiweisses auf den Fettzerfall im Verhältnisse von 100 Grm. Eiweiss zu 50—52 Grm. Fett[2]), so würden im Ganzen durch das schwächliche Individuum, als Fett berechnet, etwa verbraucht worden sein:

---

1) Pettenkofer und Voit, Zeitschr. f. Biologie. 2. Bd. S. 512. 1867.

2) Eine Anzahl von Beobachtungen (s. den Abschnitt Ernährung) sprechen

In 137 Grm. Eiweiss	70	
In 352 Grm. Kohlehydraten .	147	
In Summa	217 Grm.	

Nun ist es selbstverständlich nicht nöthig, im Tage eine so grosse Eiweissmenge zuzuführen als hier verbraucht wurde; da ein Gefangener, welcher nicht oder nur wenig Arbeit leistet, wie erwähnt, nicht unter Aufwand einer reichlichen Eiweisszersetzung einen muskelstarken Körper zu erhalten hat, so genügt für ihn eine geringere Quantität, als die hier angegebene beträgt. In seinen Organen muss natürlich so viel Eiweiss zerfallen, als zur Bildung einer hinreichenden Menge der stickstoffhaltigen Substanzen, wie Fermente u. s. w., welche bestimmte Functionen in den verschiedenen Körpertheilen ausüben und dabei weiter zersetzt werden, erforderlich ist, und es muss eben — neben den stickstofffreien Nahrungsstoffen — noch so viel zugeführt werden, dass bei länger dauernder Darreichung früher oder später ein Zeitpunkt eintritt, bei welchem auch der eiweissarme Körper eines Gefangenen auf die Dauer nicht mehr an Eiweiss verarmt. Nun ist die hierzu nöthige Minimalmenge allerdings nicht bekannt; wenigstens liegen meines Wissens keine Versuche oder Beobachtungen über die Eiweisszersetzung im menschlichen Körper während längerer Zufuhr geringer Eiweissmengen vor, aus welchen der Minimalbedarf für eine Person von schwächlicher Constitution mit Sicherheit berechnet werden könnte. Man ist in dieser Beziehung daher wie in früheren Fällen auf die Beobachtungen über den Verbrauch von Menschen angewiesen, welche ohne besondere körperliche Leistungen auszuführen in der Wahl ihrer Nahrungsweise mehr oder weniger frei sind. Gestützt auf einige von mir ausgeführte Bestimmungen[1]) der Nahrung, welche in ärmlichen Verhältnissen lebende Personen im Mittel täglich zu sich nehmen, glaubt Voit, dass für nicht arbeitende Gefangene männlichen Geschlechtes nicht wohl unter eine durchschnittliche Zufuhr von 85 Grm. Eiweiss im Tage gegangen werden dürfe. Da diese Eiweissquantität bei ihrem Zerfalle im Körper im Maximum etwa dem Wirkungswerthe von 44 Grm. Fett gleichkäme, so wäre zur Deckung der oben erwähnten 217 Grm. Fett noch eine Zufuhr von 173 Grm. des letzteren erforderlich. Statt des Fettes

dafür, dass das Eiweissmolekül bei seinem Zerfalle im Körper zunächst in einen stickstoffhaltigen und stickstofffreien Antheil gespalten wird. Welchen Wirkungswerth auf die Fettzersetzung letzterer ausübt, ist nicht genügend bekannt; er scheint sich in dieser Beziehung, während er im Maximum die Hälfte des Eiweissmoleküles betragen kann, ähnlich dem Fette oder den höheren Fettsäuren zu verhalten.

1) Untersuchung der Kost etc. S. 186. München 1877. 2) A. a. O. S. 35.

allein werden aber selbstverständlich neben diesem Kohlehydrate verbraucht; nimmt man, in Uebereinstimmung mit Voit, diese beiden Substanzen in dem Verhältnisse von 1 zu 9, so müssten in der täglichen Nahrung etwa 35 Grm. Fett und 330 Grm. Kohlehydrate enthalten sein.

Für einen nicht arbeitenden Gefangenen von schwächlichem, beziehungsweise eiweissarmem Körper würde sich hiernach als durchschnittliche Minimalzufuhr auf einen Tag berechnen:

85 Grm. Eiweiss
35 Grm. Fett
330 Grm. Kohlehydrate.

Dies gilt jedoch nur für eine Kost, welche aus thierischen und vegetabilischen Speisen in zweckmässiger Weise gemischt ist, da wenigstens in dem zu der Berechnung benützten Falle relativ viele der gut ausnützbaren Nahrungsmittel, wie Fleisch u. s. w., zur Verwendung kamen.

Voit (a. a. O.) glaubt, indem er als Maass den wirklich beobachteten täglichen Nahrungsverbrauch älterer Personen weiblichen Geschlechtes nimmt, als niedersten Kostsatz im Tage für einen nicht arbeitenden Gefangenen annehmen zu dürfen:

85 Grm. Eiweiss
30 Grm. Fett
300 Grm. Kohlehydrate,

Zahlen, welche mit den oben berechneten, sowie mit den durch Playfair, Böhm u. A. gefundenen Werthen[1]) nahe genug übereinkommen, in Bezug auf das Eiweiss allerdings diese sowohl wie die von Flügge[2]) beobachteten mittleren Quantitäten etwas überschreiten.

Arbeitende Gefangene oder die Inwohner der Arbeitshäuser etc. bedürfen selbstverständlich mehr Fette oder Kohlehydrate. Ist hier die Arbeitsintensität wie die Arbeitsdauer beschränkt (siehe Abschnitt „Gefängnisse“), so dürfte im Allgemeinen für je eine Arbeitsstunde eine Erhöhung um etwa die Hälfte derjenigen Fett-, beziehungsweise Kohlehydratmenge, welche der leistungsfähige Arbeiter oder Soldat während der Muskelanstrengung mehr bedarf, also ungefähr um 4 Grm. Fett (oder etwa 10 Grm. Kohlehydrate) genügend sein. Gefangene, die schwere Arbeit verrichten, haben eine der schwereren Arbeit entsprechende reichlichere Zufuhr (s. Ernährung der Soldaten) nöthig.

Was die weiblichen Gefangenen anlangt, so ist, da als Grundlage für die Berechnung des Minimalbedürfnisses der Verbrauch eines schwächlichen Individuums von nur wenig über 50 Kilo Körperge-

1) S. den 1. Abschnitt dieses Buches. S. 123.
2) Flügge, Beiträge zur Hygiene, a. a. O.

wicht, also etwa von dem mittleren Körpergewichte des Weibes, oder die durchschnittliche Nahrungsmenge von Frauen, die in ärmlichen Verhältnissen leben, genommen wurde, kein besonderer Grund vorhanden, bei deren Ernährung unter die oben berechneten Summen der Nahrungsstoffe zu gehen; höchstens könnte, eine zweckmässige Mischung der Nahrungsmittel oder Speisen vorausgesetzt, die mittlere Eiweissmenge um einige Grammen erniedrigt werden.

Es ist bemerkenswerth, dass in den täglichen Kostrationen, welche für die Inwohner von Gefangenenanstalten u. s. w. bestimmt sind, einem Individuum meist mehr Nahrungsstoffe gereicht werden, als den obigen Minimalzahlen entspricht. Dies geht insbesondere aus einer Tabelle hervor, die von Dr. Meinert[1]) nach den Angaben von Beneke[2]), Playfair[3]), Bär[4]), Schuster[5]), Hofmann[6]), Flügge[7]) und Anderen und nach seinen eigenen Erhebungen und Berechnungen zusammengestellt ist und der zum Theile die folgenden Durchschnittszahlen entnommen sind:

	Eiweiss	Fett	Kohlehydrate	
Sächsisches Zuchthaus Waldheim	106	15	600	*Hofmann*
Preussische Strafanstalten	109—127	29—35	574—663	*Schuster*
Zellengefängniss Bruchsal	121	27	600	*Schuster (Gutsch)*
Bayrische Strafanstalten	104—112	16—38	521—585	*Schuster*
Belgisches Zellengefängniss Louvain	109	28	602	*Meinert*[8])
Strafanstalt Garsten in Steiermark	108	51	506	
Englische Gefängnisse, leichte Arbeit	95—100	16—19	502	*Beneke*
Englische Gefängnisse, harte Arbeit	86—117	4—9	513—537	*Playfair*
Indische etc. Gefangenenanstalten	68—114	440—770		*Playfair*
Italienische Gefangenenanstalten	70—175	20—40	450—470	*Uffelmann*[9])
Russische Strafanstalten	129—157	—	608—752	*Gollert*
Städt. Arbeitsanstalt Brandenburg a/H.	97	28	561	*Richter*[10])
Städt. Arbeitshaus Halle a/S.	121	35	599	*Drenkmann*[10])

1) Meinert, Armee- und Volksernährung. I. Bd. S. 120.
2) Beneke, Archiv für physiol. Heilkunde. 12. Jahrgang. 1853.
3) Playfair, New Philos. Journ. Vol. 56. 4) Bär, Die Gefängnisse etc. a. a. O.
5) Schuster, Untersuchung der Kost in 2 Gefängnissen. München 1877.
6) Hofmann, Die Fleischnahrung (s. auch bei Schuster) 1880.
7) Flügge, Beiträge zur Hygiene. S. 106.
8) Meinert, a. a. O. II. Bd. S. 17 u. ff.
9) Uffelmann, Vierteljahrsschr. f. öffentl. Gesundheitspfl. 11. Bd. S. 596. 1879.
10) Forster, Ueb. die Kost in Armen- u. Arbeitshäusern. S. 196 u. ff. Münch. 1877.

Vergleicht man die hier angegebenen Nahrungswerthe, welche zufolge der Kostreglements oder nach directen Erhebungen an Gefangene der verschiedensten Art oder an Arbeitshäusler[1]) gereicht werden, mit den Zahlen, welche oben berechnet wurden, so kann es kaum einem Zweifel unterliegen, dass letztere in der That das durchschnittliche tägliche Minimalbedürfniss an Nahrungsstoffen für einen nicht arbeitenden Gefangenen u. s. w. darstellen.

Aus dem Vergleiche könnte man jedoch ferner schliessen wollen, dass die Verpflegungsrationen der in Haft oder Detention gehaltenen Individuen im Allgemeinen zufriedenstellend, wenn nicht sogar reichlich bemessen seien. Das ist jedoch hieraus keineswegs zu entnehmen, wie das schon aus den früher citirten Erfahrungen Schuster's[2]) über die Ausnützung der Kost in zwei Münchener Gefängnissen hervorgeht. In der That ist trotz der anscheinend reichlichen Zufuhr von Nahrungsstoffen, wie sie oben gefunden werden kann, die Beköstigung in Strafanstalten u. s. w. häufig, um nicht zu sagen, meist nichts weniger als rationell.

Bei der Ernährung kommt bekanntlich neben der Menge der Nahrungsstoffe, wie an dieser Stelle nicht mehr weiter auseinanderzusetzen ist, die Qualität der Nahrungsmittel, beziehungsweise der Speisen, namentlich mit Rücksicht auf ihr Verhalten im menschlichen Darme, besonders in Betracht, und zwar natürlicherweise umsomehr, je mehr die in den Tagesrationen enthaltene Menge der Nahrungsstoffe sich dem durchschnittlichen Minimalbedürfnisse eines Menschen annähert.

Werden nun, wie das vielfach der Fall war und theilweise (s. die hohen Zahlen der Kohlehydrate in der Tabelle) noch ist, ihres billigen Preises halber fast ausschliesslich Vegetabilien in der Gefangenenkost verbraucht, in welchen mehrere Bedingungen einer schlechten Ausnützung vereint sind, so z. B. rauhe Brodarten, oder welche eiweissarm sind wie Kartoffeln u. s. w., so erklärt sich, warum die Erkrankungen, welche man mit einer mangelhaften oder kümmerlichen Ernährungsweise in Verbindung gebracht hat, trotz anscheinend reichlicher Zufuhr von Nahrungsstoffen in den Gefängnissen nicht selten zur Beobachtung gelangten.[3]) Der Verbrauch solcher Nahrungsmittel führt, um hier nur zwei Nachtheile hervorzuheben, erstens dazu, dass von den in den letzteren enthaltenen Nahrungs-

---

1) Die Arbeitshäuser dienen häufig dazu, um Obdachlose etc. zu beherbergen und für einige Zeit unter Aufsicht oder in Detention zu beschäftigen.

2) Schuster, a. a. O.; s. auch den Abschnitt „Ernährung" in diesem Buche.

3) Bär, Vierteljahrsschr. f. öffentl. Gesundheitspfl. 8. Bd. S. 601. 1876.

stoffen nur ein Bruchtheil im Darme resorbirt wird, also zur Ernährung dienen kann, während der andere Theil unbenützt in den Excrementen entleert wird. Aus einzelnen Beobachtungen von G. Meyer, Fr. Hofmann, A. Schuster, Rubner und Flügge, deren Bedeutung früher näher besprochen wurde, geht hervor, dass bei dem Genusse rauher vegetabilischer Kost insbesondere die in den Speisen enthaltenen Eiweissstoffe wahrscheinlich bis zur Hälfte unverdaut oder ohne hinreichend resorbirt zu werden, den Darm durchwandern können. Auf diese Weise wird eine so beschaffene Kost kümmerlich und ungenügend, wenn auch deren Nährstoffgehalt weit mehr betragen kann, als dem Minimalbedarfe der Organe (zur Erhaltung eines genügenden stofflichen Bestandes, zur Production der Fermente u. s. w.) entspricht. Ein zweiter Nachtheil rauher vegetabilischer Kost ist, dass die sie bildenden Speisen meist ein grosses Volum besitzen, nach ihrer Aufnahme durch den Mund relativ lange im Darme verweilen, desshalb bei dauerndem Gebrauche zu einer anhaltenden Ueberfüllung des Verdauungstractus mit mancherlei üblen Folgen führen und ausserdem hier noch mechanisch u. s. w. reizen. Das leitet wiederum, wie aus verschiedenen Beobachtungen zu entnehmen ist, einerseits zu weiterer Verschlechterung der Ausnützung, andererseits aber allmählich zu wirklichen Functionsstörungen und schliesslich zu krankhaften Veränderungen im Darme, welche namentlich in ihrem Beginne nur durch den sachkundigen Arzt zu erkennen sind.

Zu diesen Nachtheilen der groben Pflanzenkost kommt noch hinzu, dass diese nur bei sehr sorgfältiger Zubereitung dauernd geniessbar ist und kaum die dem Menschen nöthige Abwechslung bietet. In der That wurde auch dieser Umstand, wie Voit (a. a. O.) betont, bei der Gefangenenkost bisher selten in dem Maasse beachtet, als nöthig gewesen wäre.

Die genannten Eigenschaften der aus groben, eiweissarmen Vegetabilien bereiteten, wenig animalische Substanzen enthaltenden, monotonen und reizlosen Sträflingskost sind zweifellos als die Ursache des von Bär[1]) geschilderten „Abgegessenseins“ und des Ekels vor der Speiseaufnahme zu betrachten, Erscheinungen, welche bei den Inwohnern von Gefangenenanstalten nach kürzerer oder längerer Haft nicht selten beobachtet werden können und welche in kürzerer oder längerer Zeit zunächst Dyspepsien und später — unter fortschreitendem Verfalle des Körpers — Allgemeinerkrankungen zur Folge haben, trotzdem in den gereichten Tagesportionen eine zur

1) Bär, Die Gefängnisse etc. a. a. O.

Erhaltung des Menschen anscheinend genügende Menge der Nahrungsstoffe enthalten sein kann.

Behält man dieses Verhalten im Auge, so erklären sich manche Erfahrungen aus dem Gefängnissleben.[1]) So ist es z. B. hiernach begreiflich, dass, wie Lindner[2]) mittheilt, Darmerkrankungen, welche unter den am Nieder-Oder-Bruche bei Zehden verwendeten Strafarbeitern herrschten, durch die beabsichtigte Verbesserung der Kost — Zufügung grösserer Mengen von Brod, Kartoffeln oder Leguminosen zu den ohnehin reichlichen Morgen- und Abendsuppen — nicht vermindert, sondern noch gesteigert wurden, da eben eine so voluminöse Kost wohl von einem kräftigen und leistungsfähigen Körper noch einigermaassen, nicht aber von schwächlichen und herabgekommenen Individuen ertragen werden kann. Auch nach den Erfahrungen Wald's[3]) genügte zur Unterdrückung des Skorbuts in der Strafanstalt zu Waltenburg nicht der Zusatz von eiweissreichen Leguminosen zu den reichlichen Mengen von Roggenbrod und den Mehlsuppen der Sträflinge, sondern allein der Ersatz der voluminösen und groben Pflanzenkost durch Milch, Fleisch, feineres Brod und Reis, also durch Substanzen, die wirklich verdaut werden können. Nach den Mittheilungen von Felix[4]) wird in den Gefängnissen zu Bucharest Skorbut nicht beobachtet, wenn die Arrestanten neben 1100 Grm. Brod im Tage drei- bis fünfmal in der Woche 200 Grm. Fleisch erhalten, wohl aber in der lange dauernden Fastenzeit, wo statt des Fleisches reichlich Leguminosen und Gemüse gereicht werden. Unter der freien Bevölkerung, welche während der Fastenzeit neben Leguminosen u. s. w. die nicht voluminösen Fette verzehren kann, tritt der Skorbut nur in seltenen Fällen auf. Offenbar hat man es hier nicht mit einem Mangel der Nährstoffe in der Zufuhr, sondern mit einer Wirkung der Qualität der selbst im Ueberschusse gereichten Speisen zu thun.

Bei der Kost in Gefangenenanstalten ist quantitativ sowohl wie in Bezug auf die Qualität derselben, beziehungsweise der sie zusammensetzenden Nahrungsmittel zu individualisiren; es ist[5]) gerechte und billige Rücksicht auf den jeweiligen Gesundheitszustand der Ver-

1) Fr. Hofmann, Die Fleischnahrung und die Fleischconserven. Leipzig 1880.

2) Lindner, Casper's Vierteljahrschrift für gerichtl. Medicin. 19. Bd. S. 105. 1861.

3) Wald, Ebendaselbst. 11. Bd. S. 45. 1857.

4) Felix, Deutsche Vierteljahrsschrift für öffentl. Gesundheitspflege. 3. Bd. S. 111. 1871.

5) Bär, Ebendaselbst. 8. Bd. S. 630. 1876.

hafteten, auf den nach Alter, Geschlecht, Arbeit, Strafzeit u. dergl. verschiedenen Nahrungsbedarf zu nehmen. Insbesondere müssen, wie auch Voit[1]) bemerkt, wenn die ersten Krankheitserscheinungen in Folge von nicht zweckmässiger Ernährung z. B. Widerwillen gegen Speisen, Aufstossen, Diarrhöen u. s. w. auftreten, leicht ausnützbare Nahrungsmittel, namentlich Fleisch und Milch gereicht werden.

Dies geschieht nach Bär zweckmässig durch eine Zusatz- oder Extrakost, welche nach Bedarf auf Anordnung des Gefängnissarztes an die bereits geschwächten Einzelindividuen auszutheilen ist. Mit Recht macht jedoch Hofmann[2]) darauf aufmerksam, dass — von wenigen Fällen abgesehen — in der Praxis eine rationelle Individualisirung und ein rechtzeitiges Eingreifen mit grossen Schwierigkeiten verknüpft ist. Das Streben muss sonach sein, für gewöhnlich in den Gefangenenanstalten u. s. w., wenn man nicht, namentlich bei längerer Haft, noch Strafe an Gesundheit und Leben üben will, eine Verpflegung, die hier ohne Gefahren für den Körper der zu Ernährenden kaum durchzuführen ist, überhaupt möglichst zu vermeiden. Da bei einer Beköstigung, in welcher gut ausnützbare Lebensmittel pflanzlicher und thierischer Abstammung die Grundlage bilden, die Menge der durchschnittlich im Tage zu liefernden Nahrungsstoffe niedriger sein kann, als bei reiner und speciell gröberer Pflanzennahrung, und da ferner in der neueren Zeit die Production und allgemeinere Anwendung relativ billiger animalischer Nahrungsmittel (z. B. der Molkereiproducte, gewisser Fleischconserven wie der Fleischmehle, von Fischen u. s. w.) mehr und mehr angestrebt wird, so ist nicht mehr zu zweifeln, dass — unter Berücksichtigung der im 1. Abschnitte dieses Werkes besprochenen Eigenschaften und Preise der Lebensmittel — eine rationelle, d. h. die Gesundheit der Insassen nicht schädigende Ernährungsweise in Gefangenenanstalten und Arbeitshäusern auch ohne übermässigen Kostenaufwand[2]) möglich ist.

Die Strafhaft wird bekanntlich bisweilen durch eine Verurtheilung zu Wasser und Brod verschärft. Dass hierbei eine wirkliche Ernährung nicht möglich ist, braucht wohl keiner weiteren Ausführung. Die Verurtheilung zu Wasser und Brod — selbst wenn letzteres in verschiedenen Sorten gereicht werden sollte — charakterisirt sich, da die für die Ernährung nöthige Nährstoffmenge nicht

---

1) A. a. O. S. 72.

2) Vgl. Hofmann, Fleischnahrung und Fleischconserven. 1880.

längere Zeit hindurch in Form einer einzigen Speise verzehrt werden kann, als eine theilweise Nahrungsentziehung, die bei einiger Dauer — langsamer bei vorher gut genährten Personen, rascher bei schwächlichen oder herabgekommenen Individuen — Veranlassung zu nachtheiligen Folgen geben muss. Es genügt in dieser Beziehung an die bekannten Versuche von William Stark (1789) zu erinnern; dieser konnte, als er in freier Wahl 42 Tage lang allein Brod verzehrte, als Maximum im Tage nur etwa 850 Grm. (als Minimum circa 560 Grm.) Brod zu sich nehmen, verlor aber in dieser Zeit beträchtlich von seinem Körpergewicht, während seine Kräfte bedeutend verfielen.

Bekanntlich ist die Meinung vielfach verbreitet, dass durch eine rationelle Verpflegung in Gefängnissen und Arbeitshäusern nichtsnutzige Menschen in solche Anstalten angelockt werden. Damit würde einerseits der praktische Zweck der letzteren vereitelt und andererseits die Kosten der Verpflegung gesteigert.

Man kann wohl kaum zweifeln[1]), dass ein solcher Zudrang zu Gefängnissen u. s. w. im Allgemeinen nur von Seite körperlich und moralisch verderbter Individuen zu erwarten ist, und dass überhaupt die Thatsache eines merkbaren Andranges zu den genannten Anstalten von der Existenz eines unerträglichen ökonomischen und moralischen Nothzustandes unter der Bevölkerung ausserhalb der Anstalten zeugen würde. Gegen den Zudrang einzelner Verkommener schützt aber selbst in denjenigen Anstalten, in welchen er noch am ehesten zu erwarten ist, nämlich in Arbeitshäusern, eine strenge und gerechte Zucht und Disciplin eben so viel oder mehr, als eine schlechte Verpflegung und ungenügende Kost, welche Gesundheit und Leben gefährdet. In der That machte Graf Lippe[2]) die Erfahrung, dass nach der Einführung einer besseren Kost, im Vereine mit strengerer Zucht, die Bevölkerung des Armenhauses zu Gelenau fast ausschliesslich aus Personen bestand, deren Anspruchsrecht auf die Unterstützung der Gemeinde nicht bezweifelt werden konnte.

4. *Ernährung in Armen- und Versorgungsanstalten.*

An die Ernährungsweise in Gefängnissen schliesst sich die Beköstigung in Armen- und Versorgungsanstalten unmittelbar an. Unter

1) Siehe die Ausführungen in Bär's Buche: Die Gefängnisse u. s. w.
2) Die rationelle Ernährung des Volkes. Leipzig 1866.

letzteren sind Einrichtungen zu verstehen, in welchen unbemittelte, durch Körpergebrechen und namentlich durch Alter arbeits- und erwerbsunfähige Personen versorgt und verpflegt werden, und welche an verschiedenen Orten nach Art, Geschlecht, Alter u. s. w. der Inwohner verschiedene Bezeichnungen tragen.

Für die Ernährung der nicht arbeitenden, beziehungsweise betagten Inquilinen solcher Anstalten können neben den sonstigen allgemeinen Anforderungen an die Kost, wie namentlich dauernde Geniessbarkeit (Schmackhaftigkeit, Abwechslung der Speisen) u. s. w. einige specielle Gesichtspunkte — als Richtschnur in quantitativer und qualitativer Beziehung — hervorgehoben werden.

Was zuerst die Quantität der Nahrungsstoffe anlangt, so ist daran zu erinnern, dass im Allgemeinen aus physiologischen Gründen mit dem Greisenalter ansteigend die Functionsfähigkeit der Organe abnimmt, die Ermüdung bei deren Thätigkeit leichter und rascher eintritt und somit die Leistung und mit ihr, wie bekannt, auch die Masse derselben allmählich schwindet. Es ist daher natürlich, dass wie auch Quetelet's Zahlen zeigen, das Körpergewicht älterer Personen beider Geschlechter im Allgemeinen niedriger ist als das von Menschen, welche in mittlerem Lebensalter oder gar in der Vollkraft ihres Lebens stehen. Daraus geht schon hervor, dass ältere Individuen, ähnlich schwächlichen Menschen, die keine schwere Arbeit verrichten oder keine Anstrengungen aushalten, einer geringeren Nahrungszufuhr bedürfen, als die beträgt, welche als Bedürfniss für den erwachsenen Menschen mit mittlerer Thätigkeit berechnet werden muss. Mit dem Schwinden der Kräfte und der Leistungen sinkt der Fettumsatz im Körper und damit der Bedarf an stickstofffreien Nahrungsstoffen, während zur Erhaltung der abnehmenden Körper-, beziehungsweise Eiweissmasse weniger stickstoffhaltiges Material zugeführt werden muss, als ein muskelreicher Organismus erfordert. In der That ist auch bereits seit den Untersuchungen von Andral und Gavarret bekannt, dass Menschen von 60—80 Jahren und darüber weniger Kohlensäure in gleicher Zeit ausscheiden als Menschen von mittlerem Lebensalter.

Aber die verminderte Arbeitsleistung und die Abnahme der Organmasse im Greisenalter darf nicht als die alleinige Ursache eines geringeren Nahrungsbedürfnisses Betagter angesehen werden. Mit der Leistungsfähigkeit der Organe sinkt hierbei auch, um allgemein zu sprechen, das Niveau des Erregungszustandes, beziehungsweise der Fähigkeit des greisen Körpers, erregt zu werden. Damit aber müssen die chemischen Vorgänge in den Organen, die durch die

Erregungen der nervösen Apparate u. s. w. veranlasst werden, in ihrer Intensität abnehmen. Viele Beobachtungen, welche allerdings noch durch mehr in die quantitativen Verhältnisse eingehende Untersuchungen erweitert werden müssen, zeigen in der That, dass ähnlich wie in den jugendlichen Zellen die Bedingungen für die Zersetzungen organischer Stoffe reichlicher vorhanden sind als in der Zellsubstanz oder dem Protoplasma des erwachsenen Körpers, so in den Zellen älterer Organismen die chemische Thätigkeit eine Abnahme zeigt. So scheint bei älteren Thieren, um an einiges hierher wesentlich Gehörige zu erinnern, unter sonst gleichen Umständen das sog. Stickstoffgleichgewicht bei der Aufnahme einer relativ kleineren Quantität von Eiweiss, neben den stickstofffreien Stoffen, einzutreten, als bei jugendlichen Organismen; so ist es nicht unwahrscheinlich, dass die Kohlensäureausscheidung bei Greisen nicht blos absolut, sondern auch — unter sonst gleichen Verhältnissen und Zuständen — relativ niedriger ist als bei nicht betagten Personen. Bei den Versuchen und Untersuchungen über den Gesammtstoffwechsel im Thierkörper, auf welchen es hier ankommt, ist indess auf den Einfluss des Greisenalters bisher nicht soviel Rücksicht genommen worden, um bestimmte Zahlenangaben machen zu können.

Im Allgemeinen kann sonach mit Sicherheit behauptet werden, dass die Quantität der Nahrungsstoffe, welche zur Erhaltung des Lebens bereits betagter Menschen verbraucht werden muss, geringer sein kann als die, welche muskelthätigen Menschen, und wahrscheinlich auch kleiner als die, welche nicht arbeitende Personen im Mannesalter zum gleichen Zwecke bedürfen.

Da nun keine Untersuchungen über den Gesammtstoffverbrauch greiser Individuen vorliegen, so ist man, um zur Zusammenstellung einer für diese bestimmten Kost zu gelangen, auf die Durchschnittsnahrung nicht arbeitender Menschen überhaupt, welche früher für unthätige Gefangene berechnet wurde, angewiesen. Gebraucht man diese als Vergleichsmaass, so darf man nach obigen Betrachtungen annehmen, dass mit der täglichen Darreichung von 85 Grm. Eiweiss, 35 Grm. Fett und 330 Grm. Kohlehydraten (im Durchschnitte berechnet), sofern diese nicht in ungünstiger Beschaffenheit benützt werden müssen, eine Nahrung gegeben wird, welche in quantitativer Hinsicht zur Erhaltung der Inwohner von Armen- und Altersversorgungshäusern für völlig hinreichend erachtet werden muss.

In neuerer Zeit sind nun manche Beobachtungen über die Ernährung in solchen Anstalten und Berechnungen über die Menge der

Nahrungsstoffe gemacht, welche in der Kost den Bewohnern derselben zur Verfügung gestellt sind. Es erhalten beispielsweise die Inquilinen in den nachstehenden Armen- und Altersversorgungshäusern für den Kopf im Tage, berechnet aus den wöchentlichen Verpflegungstabellen oder aus mehrtägigen Bestimmungen der täglichen Kost, ungefähr folgende Mengen verbrennlicher Nährstoffe:

	Eiweiss	Fett	Kohlehydrate	
1. Hackney Workhouse, London .	70	32	341	*Beneke*[1])
2. Englische Invaliden- und Versorgungsanstalten	80—120	375—500		*Playfair*[2])
3. Englische Armenhäuser mit unzureichender Verpflegung . .	60—80	360—470		„
4. Versorgungsanstalt Gelenau . .	87	28	400	*Graf Lippe*[3])
5. Pfründnerinnen (alte Frauen) München:				
a) etatmässige Ration . .	67	38	266	*Forster*[4])
b) Ration mit Zusatz . . .	79	49	266	„
6. Altersversorgungsanstalt (beider Geschlechter) München . . .	91	45	332	„
7. Stadtarmenhaus Schwerin . .	92	40	500	*Dr. Piper*[4])
8. Stads Armhuis Leeuwarden . .	65	15	410	*Bruinsma*[5])

Aus der Tabelle darf man wohl schliessen, dass die oben genannten Zahlen, wie auch früher (Kost in Gefängnissen) ausgeführt worden ist, unter den gewöhnlichen Verhältnissen das durchschnittliche Minimalbedürfniss älterer und arbeitsunfähiger Menschen pro die darstellen. Denn nur in wenigen Fällen bleibt die Eiweissmenge bemerkenswerth unter der Zahl von 80—85 Grm. Wo dies der Fall ist, z. B. in der Münchener Pfründnerinnenanstalt (Nr. 5), geniessen die durch private Wohlthätigkeit noch unterstützten Inwohner ausser der etatmässigen Menge der Speisen noch einen Zusatz von animalischen Substanzen, wodurch die tägliche Durchschnittmenge des verfügbaren Eiweisses und Fettes beachtenswerth erhöht wird; oder

1) Beneke, Archiv f. physiologische Heilkunde. 12. Jahrg. S. 409. 1853.

2) Playfair, Edinburgh New Philosoph. Journ. Vol. 56. etc.

3) Lippe, a. a. O.

4) Forster, Zeitschr. f. Biologie. 9. Bd. S. 401. 1873. — Derselbe, Untersuchung der Kost in Armen- und Arbeitshäusern. S. 186. Herausgegeben von Voit etc.

5) Bruinsma, Rapport Volksvoeding Friesland, blz. 302. 1877.

es ist, wie Beneke mittheilt, die Grenze erreicht, wo bereits allgemeine Ernährungsstörungen, z. B. Scorbut, zu befürchten sind. Die Menge der stickstofffreien Nährstoffe übertrifft nach der Tabelle fast durchgängig das berechnete Minimum, in einzelnen Fällen sogar nicht unerheblich.

Man könnte nun hieraus etwa schliessen, dass die Beköstigung in quantitativer Beziehung in denjenigen Anstalten, in welchen die äquivalente Summe der beiden stickstofffreien Nahrungsstoffe niedrig ist, sowie die oben berechnete Durchschnittsration unzureichend wäre. Dieser Schluss wäre indess nicht gerechtfertigt. Der gefundene Ueberschuss steht nämlich damit im Zusammenhange, dass wie bekannt in der Praxis meist die anscheinend billigsten Vegetabilien die Grundlage der Verpflegung in den vorliegenden und ähnlichen Anstalten bilden. Dies lässt sich leicht aus den Zahlen der Tabelle erkennen, indem begreiflicherweise mit dem Mangel animalischer Substanzen und dem Reichthume gröberer vegetabilischer Speisen in einer Kost eine niedrige Fettmenge und ein Ueberschuss von Kohlehydraten Hand in Hand gehen muss. In den oben genannten Rationen und einigen anderen zum Vergleiche angeführten Verpflegungsarten verhalten sich diese beiden Substanzen folgendermaassen zu einander [1])

	Fett		Kohlehydrate
Hackney Workhouse	1	zu	10,6
Versorgungsanstalt Gelenau	1	„	14,3
Pfründnerinnen München: ohne Zusatz	1	„	7,0
„ „ mit Zusatz	1	„	5,4
Altersversorgungsanstalt München	1	„	7,4
Stadtarmenhaus Schwerin	1	„	12,5
Stads Armhuis Leeuwarden	1	„	27,3
Gut genährter Arbeiter	1	„	4,4
„ alter Mann	1	„	5,1
Schlecht genährte Arbeiterfrau	1	„	14,6
Arzt	1	„	3,0
Juristenfamilie	1	„	1,8
Maximalverhältnisszahl nach Voit	1	„	9,0

Da nun im Allgemeinen die Nahrungsstoffe (dabei namentlich die Eiweissstoffe) in den vegetabilischen Speisen — besonders in den billigen und gröberen — erheblich weniger als aus den thieri-

1) Untersuchung der Kost in Armen- und Arbeitshäusern. A. a. O. S. 207 u. ff.

schen Substanzen ausgenützt werden, so erscheint der obige Ueberschuss wohl nöthig in einer irrationell zusammengesetzten Kost, ist aber hier ein unter Umständen nachtheiliger Ballast, der bei einer richtigen Auswahl der Lebensmittel innerhalb gewisser Grenzen unschwer zu vermeiden ist.

Beschränkt man sich bei der Beköstigung in den Versorgungsanstalten auf die Darreichung der Nahrungsmenge, welche nach dem Vorausgehenden die untere Grenze des Bedürfnisses älterer Personen darstellt, so versteht es sich wohl von selbst, dass sie in einer Form und Mischung genossen werden muss, welche die möglichst günstige Ausnützung derselben gestattet. Eine Nahrung, welche einige Grammen der Nährstoffe weniger enthält als jene — im Mittel täglich 76 Grm. Eiweiss, 23 Grm. Fett und 334 Grm. Kohlehydrate — aber sonst nur in Form von Vegetabilien verzehrt wurde, musste [1]) für eine im mittleren Lebensalter stehende, nur leichteste Arbeit verrichtende Frau, ihrem Gesundheitszustande nach zu urtheilen, bereits für ungenügend betrachtet werden; bei hervorragender Fleischnahrung dagegen, in welcher täglich für den Kopf nur 70 Grm. Eiweiss, aber 108 Grm. Fett und 192 Grm. Kohlehydrate, berechnet aus dem Monatsverbrauche, trafen, reichte eine aus drei Erwachsenen bestehende Beamtenfamilie völlig aus.

Wenn nun schon mit Rücksicht auf die nöthige Quantität der Nahrung eine bestimmte Qualität der diese zusammensetzenden Nahrungsmittel vorausgesetzt werden muss, so ist in letzterer Beziehung für den vorliegenden Fall der Ernährung älterer Personen noch weiteres zu beachten. Wie bereits erwähnt, verringert sich mit dem fortschreitenden Greisenalter das Leistungsvermögen der Organe und so zweifellos auch die Function der Apparate im Verdauungskanale. Dies geschieht sowohl durch die Altersveränderungen, Abnützung etc. der Gebilde (z. B. bei den Zähnen), als auch durch den raschen Eintritt der Ermüdung oder durch Verlangsamung oder Veränderung der chemischen Processe in den Organen (z. B. in der Production der Verdauungsflüssigkeiten). Aus theoretischen Gründen erscheint es sonach erforderlich, bei der Ernährung greiser Individuen in öfters wiederholten Mahlzeiten vorzüglich flüssige Speisen zu verbrauchen und den Genuss von consistenten und rauheren Substanzen zu vermeiden, welche mühsam zu verkleinern sind, unverdauliche oder irritirende Stoffe enthalten oder andere bekannte und besprochene Nachtheile darbieten. Wenn nun auch nur allgemeine

1) Forster, a. a. O.: s. in Voit, Untersuchung der Kost etc. S. 211 u. ff.

Gesichtspunkte für die Auswahl von Speisen, die vorzüglich für die Beköstigung in den Altersversorgungsanstalten zweckmässig erscheinen, aufzustellen sind, so ist es ohne Zweifel rationell, hier als die Grundlage der Mundverpflegung Milch und mit Milch bereitete Speisen und Getränke zu wählen.

Was die Ernährungsweise in anderen öffentlichen Anstalten anlangt, in welchen z. B. Personen mit gebrechlichen Sinnesorganen, aber sonst normalem Körperverhalten (Geistesschwache, Blinde, Taubstumme etc.) verpflegt werden, so richtet dieselbe sich abgesehen von dem Geschlechtsunterschiede wohl vorzüglich nach der Art und Intensität der Arbeiten, welche von solchen Personen ausgeführt werden können. Im Allgemeinen lässt sich sagen, dass das Nahrungsbedürfniss eines erwachsenen Individuums dieser Klasse quantitativ und qualitativ etwa in der Mitte zwischen dem Bedarfe des mittleren arbeitenden und des arbeitsunfähigen Menschen steht.

5. *Volks- und Arbeiterküchen.*[1])

Diese sind Einrichtungen, in welchen für möglichst billigen Preis an den wirthschaftlich Gesunden einzelne, zweckmässig zusammengestellte Mahlzeiten gereicht werden. Hierbei wird vorausgesetzt, dass dieselben zunächst nicht Anstalten zur Unterstützung Bedürftiger sind; vielmehr ist, wenn sie anders grösseren Nutzen schaffen sollen, ihre Aufgabe, in den Fällen und an den Orten, wo aus den verschiedensten Gründen die Zubereitung der Mahlzeiten in den Einzelnhaushaltungen grössere Kosten veranlasst, sonstige Schwierigkeiten findet oder gänzlich unmöglich erscheint, in Bezug auf diese die Stelle der Haushaltung zu vertreten. Die Errichtung von Volksküchen, welche wesentlich den sich ausserhalb ihres Hauses, beziehungsweise der Wohnung, beschäftigenden Menschen die Speisen liefern soll, eignet sich vorzüglich für grössere Städte, für industrie- und verkehrsreiche Orte oder für die Arbeiter einzelner industrieller

---

1) Voit, Zeitschr. f. Biologie. 12. Bd. S. 45. 1876 und Bericht über die 3. Versammlung des deutschen Vereins für öffentl. Gesundheitspflege. S. 44. 1876. — Derselbe, Untersuchung der Kost etc. S. 14. München 1877. — Flügge, Beiträge zur Hygiene. S. 91. Leipzig 1879. — Meinert, Armen- u. Volksernährung. II. Bd. S. 71. Berlin 1880. — Frau Lina Morgenstern, Die Berliner Volksküchen. Berlin 1870. — Vergl. auch Graf Lippe, d'Alinge und v. Schönberg, Die Armengesetzgebung des Königreichs Sachsen. Leipzig 1864 und Hildesheim Die Normaldiät. 1856.

Anlagen, namentlich dort, wo der weibliche Theil der Bevölkerung — bei den gegenwärtigen socialen Verhältnissen — nicht in dem Maasse den Aufgaben der Familie und des Hauses gerecht wird oder werden kann als das im Sinne der Entwicklung der auf den Tageserwerb angewiesenen Volkstheile nöthig oder wünschenswerth wäre. In dieser Beziehung ist eine Bemerkung in den Berichten der bayrischen Fabrikinspectoren pro 1881 (Rheinpfalz) beachtenswerth. Darin wird aufmerksam gemacht, dass die Ernährungsweise der Fabrikarbeiter fast nur in denjenigen Arbeiterfamilien zweckmässig genannt werden könne, in welchen die Frau vor ihrer Verheirathung in besser situirten Familien gedient habe; wo dies nicht der Fall gewesen, oder wo die Frau als Mädchen, zur industriellen Handarbeit gezwungen, sich keine Kenntnisse in den Aufgaben der Haushaltung aneignen konnte, sei, wie es begreiflich ist, die Beköstigung meist qualitativ, quantitativ und finanziell irrationell. Hier kann die zweckmässig — meist nach dem Associationsprincipe — eingerichtete Volksküche die Arbeiterkreise vor Schädigungen bewahren, welchen sie sonst in mannigfacher Weise ausgesetzt sind.

Sollen die Volksküchen etc. ihrer Aufgabe gerecht werden können, so muss — ganz abgesehen von den finanziellen, betrieblichen[1]) und andern hier nicht zu behandelnden Verhältnissen — die in denselben gereichte Kost in quantitativer aber namentlich auch in qualitativer Hinsicht den Verpflegungsbedürfnissen eines einigermaassen entwickelten und entwicklungsfähigen Menschen, der durch Handarbeit sein Leben unterhält, entsprechen.

Was zuerst die qualitativen Eigenschaften der Kost anlangt, so ist die Wichtigkeit derselben für die Ernährungszwecke in dem Abschnitte „Ernährung“ hinlänglich besprochen worden. Gerade für die Volksküchen, von denen, wie die Erfahrung zeigt, in grösserem Maasse Gebrauch zu machen viele Bevölkerungstheile erst besonderer Anregung bedürfen, ist die richtige und kundige Auswahl der Lebensmittel, eine einfache aber sorgfältige Zubereitung und Zusammenstellung der Speisen, eine umsichtige Abwechslung in den Speisen selbst wie in der Art ihrer Zubereitung[2]), besonders aber auch die

---

1) Vergl. z. B. Meinert, Fliegende Volks- und Arbeiterküchen. Berlin 1882.

2) Unter geeigneten Umständen, wo nämlich an einem Orte oder in geringen Entfernungen von einander mehrere Volksküchen betrieben werden, wäre es mit Rücksicht auf diesen bekanntlich nicht unwichtigen Punkt zweckmässig, die die Speisen bereitenden Personen in einem gewissen, etwa mehrmonatlichen Turnus an den einzelnen Einrichtungen mit einander wechseln zu lassen. Ich habe nämlich die Erfahrung gemacht (s. auch eine Bemerkung bei Voit, Untersuchung

grösste Reinlichkeit und Sorgfalt in der Behandlung und selbst der Darreichungsweise derselben von nicht zu unterschätzender Bedeutung. Selbstredend ist hierbei, dass in der Zubereitung und Zusammenstellung der Speisen auf die meist in localen Verhältnissen begründeten Gewohnheiten derjenigen Bevölkerungstheile Rücksicht genommen werden muss, für welche die Beköstigung in den Volksküchen etc. bestimmt ist: es genügt daher an die bereits bekannten allgemeinen Gesichtspunkte zu erinnern, während specielle Aufstellungen oder Vorschriften nur eine locale Bedeutung haben und als Küchenrecepte an dieser Stelle nicht näher aufzuführen sind.

In quantitativer Beziehung ist zunächst zu beachten, dass in den Volksküchen — wenn man die bereits am Ende des vorigen Jahrhunderts namentlich von Graf Rumford errichteten Suppenanstalten, Klosterküchen etc., wie auch neuere Anstalten ähnlicher Art, in welchen an Bedürftige und Obdachlose einzelne warme Speisen ausgetheilt werden, unberücksichtigt lässt — nicht eine Tagesnahrung, sondern einzelne Mahlzeiten und zwar vorzüglich die (gewöhnlich etwa in die Mitte der Arbeitszeit fallenden) Mittagsmahlzeiten gereicht werden. Ferner darf man annehmen, dass die Personen, welche ihre Mittagskost in den genannten Anstalten verzehren oder aus denselben beziehen, zumeist zu den verschiedenen Gruppen der Handarbeiter oder in ähnliche Categorien gehören. Die Frage, wie viel Nahrungsstoffe in den in Volksküchen zu liefernden Mahlzeiten gereicht werden sollen, lässt sich sonach näher dahin präcisiren, welche Nährstoffquantitäten in den Hauptmahlzeiten eines erwachsenen Arbeiters am zweckmässigsten enthalten sind.

Dass die Vertheilung des Speisegenusses auf verschiedene Tageszeiten überhaupt in physiologischen Verhältnissen begründet ist, wurde an einer früheren Stelle[1]) hinlänglich erörtert. Die Quantität der Speisen jedoch, beziehungsweise die Menge der Nahrungsstoffe, welche von einem Menschen am besten in der Hauptmahlzeit aufge-

der Kost etc. Bericht über die 3. Versammlung des Vereins für öffentl. Gesundheitspflege zu München 1875. S. 22), dass Personen, welche in Speisehäusern essen, wegen der daselbst nicht selten vorkommenden gleichförmigen Art der Speisezubereitung allmählich an Esslust einbüssen und erst bei einem zeitweisen Wechsel des Gasthauses dieselbe wieder erlangen. Dies ist besonders zu gewärtigen, wenn es sich um Menschen handelt, welche zufolge ihrer Lebensweise (z. B. bei Schreibern, bei manchen Gewerben etc.) keine grösseren körperlichen Leistungen auszuführen haben und den wohlthätigen Einfluss einer regelmässigen Muskelanstrengung entbehren.

1) Siehe den 1. Abschnitt dieses Buches „Ernährung“. S. 129 u. ff.

nommen werden, ist weniger sicher anzugeben; sie kann ohne Nachtheil innerhalb weiterer, meist von Gewohnheit und Sitte gegebener Grenzen schwanken, wenn nur ein solcher Bruchtheil der täglichen Nahrung dabei verbraucht wird, dass einerseits eine ausreichende Sättigung bewirkt, andererseits aber nicht durch eine zu grosse Speisenmasse etwa der Verdauungsapparat belästigt oder das Arbeitsvermögen und die Arbeitslust zeitlich über Gebühr beeinträchtigt wird.

Um innerhalb dieser Grenzen zu bleiben, erscheint es genügend zuzusehen, welcher Bruchtheil der täglichen Nahrung von einem unter gewöhnlichen und einfachen Verhältnissen lebenden Menschen durchschnittlich in seinen Hauptmahlzeiten verzehrt wird. Nach früheren Angaben [1]) nun beträgt eine mittlere Mittagsmahlzeit beim normalen Erwachsenen etwa 40—45 Procent der gesammten Tagesmenge an frischer und trockner Substanz sowohl wie an den einzelnen Nahrungsstoffen, wobei nur das Fett in dem warmen Mittagsessen gewöhnlich etwas reichlicher vertreten ist. Wird relativ viel Fleisch verbraucht, wie in dem von Voit [1]) mitgetheilten Falle, so ist der auf die Mittagskost treffende Procentsatz von Eiweiss begreiflicherweise höher und kann dann 50 Procent und darüber betragen, ohne dass jedoch damit ein besonderer, nachweisbarer Vor- oder Nachtheil verknüpft wäre. Den Gesammtbedarf an Nahrungsstoffen für einen ganzen Tag als bekannt voraussetzend, berechnet Voit [2]) auf Grundlage der von ihm und mir beobachteten Zahlen und im Vergleiche mit Vorschlägen von Hildesheim, dass in einer ausreichenden Mittagskost verschiedener Individuen etwa enthalten sein sollen:

	Eiweiss Grm.	Fett Grm.	Kohlehydrate Grm.
Für den erwachsenen Arbeiter	60	35	160
Für ältere Personen	40	30	85
Für Kinder von 6—15 Jahren	40	20	80

In den Mittagsportionen der bisher eingerichteten Volksküchen, welche um möglichst geringen Preis abgegeben werden, sind nun allerdings so gut bemessene, von Voit als zweckmässig angegebene Mengen der Nährstoffe, namentlich von Eiweiss und Fetten, meist

1) Siehe Abschnitt „Ernährung". S. 132.

2) Voit, Bericht der 3. Versammlung des deutschen Vereins für öffentl. Gesundheitspflege etc. S. 44.

nicht enthalten; Menschen, welche letzteres, meist aus Vegetabilien bestehendes Mittagessen geniessen, erscheinen entweder hierbei trotz ungenügender Nährstoffmengen befriedigt, indem sie durch die Aufnahme eines grossen Speisevolumes sich satt fühlen, oder sie haben die unzureichende Kost durch den Verbrauch doppelter Portionen, durch Zusätze von Brod, Käse etc. zu decken.[1] Es ist klar, dass in diesen Fällen die Volksküche etc. ihrer eigentlichen Aufgabe nicht genügt.

Da der Tagesverbrauch des arbeitenden Menschen nach dessen Körpergrösse und Anstrengung ungleich ist, so könnte man denken, dass auch die Grösse des Verbrauches an den Hauptmahlzeiten bei verschiedenen Menschen einem Wechsel unterliegen müsse. Dies ist jedoch, wie aus früheren Auseinandersetzungen (siehe den Abschnitt „Ernährung“) hervorgeht, keineswegs erforderlich oder selbst wünschenswerth. Im Gegentheil scheint es wegen der nicht unschwer erfolgenden Angewöhnung des Menschen an grössere Speisemassen nicht unangemessen, auch bei wechselndem oder steigendem Gesammt-Tagesverbrauche eine Mittagskost zu geniessen, die in Volum oder Gewicht annähernd gleichbleibt. Ist der Tagesbedarf ein grosser, wie bei harter Arbeit oder bei muskelstarken Individuen, so dürfte es zweckmässiger sein, kleinere Zwischenmahlzeiten zwischen die Arbeitsstunden einzuschalten, als die Mittagskost erheblich zu vermehren. Ist der Tagesbedarf ein geringer, so kann der Genuss der Zwischenbrode, bereits früher erwähnte Fälle ausgenommen, ohne Beschwerden unterbleiben. Der Verbrauch an den Hauptmahlzeiten bildet daher nicht stets den gleichen Procentsatz der Tagesnahrung. In der That werden von stark arbeitenden Menschen[2]) nicht 40 bis 50 Procent, sondern nur etwas mehr als ein Drittel der täglichen Kost des Mittags aufgenommen.

Selbstverständlich ist bei den Zahlenaufstellungen für die Mittagskost, soweit es die Nahrungsstoffe betrifft, nur von mittleren Werthen die Rede. Ebenso wie in Wirklichkeit der Nährstoffverbrauch an einzelnen Tagen von dem berechneten Mittel, ohne dass ein Nachtheil dabei wäre, erheblich abweichen kann, ist es an sich nicht als unzweckmässig zu bezeichnen, ja es kann unter Umstän-

---

1) Siehe Voit a. a. O. S. 45 u. Meinert a. a. O. S. 91. (Daselbst auch Tabellen über die Kost in bestehenden Volksküchen nach Gehalt und Preis.) Vergl. auch Flügge a. a. O. u. Fleck, 8. u. 9. Jahresbericht der chemischen Centralstelle für öffentl. Gesundheitspflege zu Dresden. S. 17. Dresden 1880.

2) Siehe Abschnitt „Ernährung“. S. 132.

den, z. B. mit Rücksicht auf die nöthige Abwechslung in dem Speisegenusse, sogar von Vortheil sein, dass an verschiedenen Tagen ungleiche oder wechselnde Quantitäten der Nahrungsstoffe auch in der Mittagskost genossen werden, so lange nur dabei auf die Dauer nicht zu viel oder, was begreiflicherweise mehr zu befürchten ist, zu wenig verbraucht wird.

Druck von J. B. Hirschfeld in Leipzig.

INHALTSVERZEICHNISS.

Flügge,

Anlage von Ortschaften.

Erismann,

Die Entfernung der Abfallstoffe.

Schuster,

Beerdigungswesen.

Forster,

Massenernährung.